

VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2012

Jan Zelenka

VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY
KATEDRA ELEKTROENERGETIKY

UPS A ZÁLOŽNÍ ZDROJE S VYUŽITÍM V TELEKOMUNIKACÍCH SD a.s.
UPS AND BACKUP SUPPLY USE IN TELECOMMUNICATIONS SD a.s.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2012

Jan Zelenka

Zadání bakalářské práce

Student:

Jan Zelenka

Studijní program:

B2649 Elektrotechnika

Studijní obor:

3907R001 Elektroenergetika

Téma:

UPS a záložní zdroje s využitím v telekomunikacích SD a.s.
UPS and Backup Supply Use in Telecommunications SD a.s.

Zásady pro vypracování:

1. Teoretický rozbor záložních zdrojů.
2. Účinnost přeměny energie, provozní a technicko-ekonomické parametry různých typů záložních zdrojů.
3. Popis stávajícího stavu zálohování telekomunikační ústředny v rámci povrchového dolu společnosti SD a.s.
4. Návrh vhodných opatření pro zvýšení spolehlivosti napájení dané ústředny.

Seznam doporučené odborné literatury:

1. Vanek, L.: Záložní zdroje elektrické energie. Diplomová práce, VŠB - TU Ostrava, 2008.
2. Kubalík, P.: Autonomní zdroje elektrické energie nízkého napětí, průzkum trhu. Bakalářská práce, VŠB - TU Ostrava, 2011.
3. Bischof, V.: Návrh náhradního zdroje pro zásobování administrativní budovy a výrobního areálu elektrickou energií. VŠB - TU Ostrava, 2004.
4. Dudáš, J.: Komplexní řešení ochrany elektronických systémů a sítí před rušením a výpadky napájení : vnitřní a vnější ochrana před bleskem. Selteko, Praha, 1996.
5. Svoboda, J.: Telekomunikační technika, díl 1. Vydavatelství Hüthing & Beneš, Praha, 2000, ISBN: 80-901936-3-3
6. Svoboda, J.: Telekomunikační technika, díl 2. Vydavatelství Hüthing & Beneš, Praha, 2000, ISBN: 80-901936-4-1.
7. Svoboda, J.: Telekomunikační technika, díl 3. Vydavatelství Hüthing & Beneš, Praha, 2000, ISBN: 80-901936-7-6.
8. Kozumplík, J., Sládeček, J.: Napájecí zdroje v telekomunikacích. Nakladatelství dopravy a spojů, Praha, 1989, ISBN: 80-7030-003-5.
9. Příslušné normy ČSN, manuály a projekční podklady výrobců záložních zdrojů.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Moldřík, Ph.D.**

Datum zadání: 30.11.2011

Datum odevzdání: 04.05.2012



prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry



prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení:

„Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.“

V Duchcově dne...25. DUBNA 2012.....

Podpis..........

Poděkování:

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Petru Moldříkovi Ph.D. za odbornou pomoc, cenné připomínky a důležité rady při zpracovávání této bakalářské práce.

Abstrakt:

Tato bakalářská práce se zabývá záložními zdroji elektrické energie a jejich možného využití v oblastech telekomunikačních technologií těžební společnosti Severočeské doly a.s.

První část obsahuje seznámení s pojmem záložní zdroj elektrické energie. Budou zde popsány nejběžnější druhy těchto zdrojů a jejich možné využití v telekomunikacích.

Druhá část je zaměřena na technicko-ekonomické parametry jednotlivých typů záložních zdrojů. Bude provedeno porovnání jednoho druhu záložního zdroje vzhledem k jeho možným typovým variantám a dále se zde zaměříme na volbu záložních zdrojů dle potřeby jejich využití s ukázkou výpočtu potřebných parametrů pro jeden zvolený typ.

Ve třetí části je popsána historie a současnost zálohování elektrickou energií střediska telekomunikací, těžební společnosti Severočeské doly a.s. Jedná se o objekt telefonní ústředny, která je centrem veškerých telekomunikačních technologií a jejich periferií, pro výše zmiňovanou společnost v lokalitě Bílina.

Čtvrtá část je zaměřena na návrh možných opatření, směřujících ke zvýšení spolehlivosti již provozovaného záložního systému napájení objektu telefonní ústředny, tj. realizací přepínání na druhý stupeň zálohování v případě dlouhodobého výpadku elektrické energie.

Klíčová slova:

Akumulátor, systém, elektrocentrála, záložní zdroj, elektrická energie, UPS, elektrochemický článěk, napětí, proud, výkon.

Abstract:

This Bachelor study is about alternative sources of energy and their possible use in areas of telecommunication technology at S.D. corporation.

The first part contains an introduction to a term „alternative source of energy“. The most common kinds of these sources will be described here and also their possible use in telecommunications.

The second part is focused on technological and economical parameters of individual kinds of alternative sources. We will do a comparison of one alternative source in terms of its possible use in all kinds of variations and also we will focus on selection of alternative sources based on their use with an example of calculation of needed parameters for one chosen kind.

The third part describes past and current alternative energy sources of telecommunication centers at S.D. corporation, specifically the telephone exchange building that is a centre of all telecommunication technologies and their peripheries of above mentioned company in city of Bilina.

The forth part focuses on suggestions of measures that would increase dependability of an existing reserve system of energy supply to the telephone exchange building, that is an implementation of switching to a reserve supply of energy in case of an extended power outage.

Keywords:

Battery, system, generátor, Uninterruptible Power Supply, electric power, UPS, elektric-chemical cell, voltage, current, power.

Seznam použitých symbolů a zkratek:

ABS	Akrylonitrilbutadienstyren
AC	Alternating Current
AVR	Automatic Voltage Regulation
ČR	Česká republika
ČSN	Česká technická norma
DC	Direct Current
DPH	Daň přidané hodnoty
EN	Evropská norma
GE	General Electronic
IP	Internet Protocol
IT	Informační technologie
LAN	Local Area Network
LC	Indukčnost - kapacita
LCD	Liquid Crystal Display
LIM	Line Interface Module
LPG	Liquefied Petroleum Gas
MCU	Micro Control Unit
MRS	Modular Rack Systém
NG	Natural Gas
NZ	Náhradní zdroj
PC	Personal Computer
PCM	Pulse Code Modulation
SD	Severočeské doly
TÚ	Telefonní ústředna
TCP	Transmission Control Protocol
VKV	Very High Frequency
UPS	Uninterruptible Power Supply
USB	Universal Serial Bus
VFD	Voltage and Frequency dependent
VFI	Voltage and Frequency independent
VI	Voltage Interactive
A	Amper, jednotka soustavy SI, jednotka elektrického proudu (A)
Ah	Amperhodina, jednotka elektrického náboje, 1 Ah=3600 coulombů
C _{jm}	Kapacita jmenovitá (Ah)
G	Giga, předpona jednotek SI (10 ⁹)
Hz	Hertz, odvozená jednotka soustavy SI, jednotka frekvence (Hz)
M	Mega, předpona jednotek SI (10 ⁶)
Mn-O ₂	Oxid manganičitý
O ₂	Kyslík
V	Volt, odvozená jednotka soustavy SI, jednotka elektrického napětí (V)
VA	Voltampér, jednotka zdánlivého elektrického výkonu (VA)
W	Watt, odvozená jednotka SI, jednotka elektrického výkonu (W)
cos φ	Účinník, poměr činného a zdánlivého výkonu (bezrozměrné)
k	Kilo, předpona jednotek SI (10 ³)
kg	Kilogram, jednotka soustavy SI (kg)
m	Mili, předpona jednotek SI (10 ⁻³)
mm ²	Milimetr čtvereční, odvozená jednotka soustavy SI
s	Sekunda, jednotka soustavy SI (s)
√	Odmocnina, matematický symbol
%	Procento, matematický symbol

Seznam obrázků:

<i>Obr. 1</i>	<i>Blokové schéma UPS pro režim OFF-line.....</i>	<i>8</i>
<i>Obr. 2</i>	<i>Blokové schéma UPS pro režim LINE-interactive.....</i>	<i>9</i>
<i>Obr. 3</i>	<i>Blokové schéma UPS pro režim ON-line.....</i>	<i>9</i>
<i>Obr. 4</i>	<i>Příklad pasivního vstupního filtru UPS.....</i>	<i>10</i>
<i>Obr. 5</i>	<i>Příklad napájecího zdroje s DC/AC měničem pro UPS.....</i>	<i>10</i>
<i>Obr. 6</i>	<i>Příklad řídicí MCU procesorová desky pro UPS.....</i>	<i>11</i>
<i>Obr. 7</i>	<i>Příklady různých typů staničních hermeticky uzavřených akumulátorů do UPS.....</i>	<i>12</i>
<i>Obr. 8</i>	<i>Příklady ovládacích software společnosti GE Digital Energy a AEG.....</i>	<i>12</i>
<i>Obr. 9</i>	<i>Dynamický systém UPS typu CPS firmy Elteco-UPS s.r.o.....</i>	<i>14</i>
<i>Obr. 10</i>	<i>Typy mobilních elektrocentrál – LPG/NG, naftová a benzínová.....</i>	<i>16</i>
<i>Obr. 11</i>	<i>Typy stacionárních elektrocentrál.....</i>	<i>17</i>
<i>Obr. 12</i>	<i>Příklad startovací automatiky pro stacionární elektrocentrály.....</i>	<i>17</i>
<i>Obr. 13</i>	<i>Elektrocentrála HERON EGM 60.....</i>	<i>19</i>
<i>Obr. 14</i>	<i>Elektrocentrála GRIZZLI 7030H.....</i>	<i>20</i>
<i>Obr. 15</i>	<i>Elektrocentrála ITC Power GG7200 LE3.....</i>	<i>20</i>
<i>Obr. 16</i>	<i>Elektrocentrála ITC Power DG6000 LE3.....</i>	<i>21</i>
<i>Obr. 17</i>	<i>Elektrocentrála EP 7000 TD.....</i>	<i>21</i>
<i>Obr. 18</i>	<i>Elektrocentrála E 6000 PA572TYH.....</i>	<i>22</i>
<i>Obr. 19</i>	<i>Elektrocentrála HERON EGM 48E LPG-NG-3F.....</i>	<i>22</i>
<i>Obr. 20</i>	<i>Srovnání provozních úspor na 1 kWh mezi zemním plynem, LPG a benzínem.....</i>	<i>24</i>
<i>Obr. 21</i>	<i>UPS pro zálohování běžných PC.....</i>	<i>25</i>
<i>Obr. 22</i>	<i>Příklad možného paralelního rozšíření UPS.....</i>	<i>26</i>
<i>Obr. 23</i>	<i>Staniční UPS APC MGE Galaxy 6000, 600 kVA.....</i>	<i>27</i>
<i>Obr. 24</i>	<i>Sestava centrální UPS a přídatných akumulátorových boxů na středisku TÚ.....</i>	<i>35</i>
<i>Obr. 25</i>	<i>Stav UPS: napájení sítě 230 V, zátěž v režimu sledování.....</i>	<i>36</i>
<i>Obr. 26</i>	<i>Stav UPS: napájení 230 V, zátěž v maximálním odběru.....</i>	<i>36</i>
<i>Obr. 27</i>	<i>Stav UPS: napájení 0 V, zátěž v režimu sledování.....</i>	<i>37</i>
<i>Obr. 28</i>	<i>Stav UPS: napájení 0,0 V, zátěž v maximálním odběru.....</i>	<i>37</i>
<i>Obr. 29</i>	<i>Stav UPS: napájení 0,0 V, zátěž v max. odběru, zbývající čas 0 min, akumul. 29 %.....</i>	<i>38</i>
<i>Obr. 30</i>	<i>Elektrocentrála GENMAC Combiplus 7800RE.....</i>	<i>40</i>
<i>Obr. 31</i>	<i>Automatický panel ATS L5.....</i>	<i>45</i>
<i>Obr. 32</i>	<i>Schéma zapojení panelu ATS L5.....</i>	<i>45</i>

Seznam tabulek:

<i>Tab. 1</i>	<i>Parametry elektrocentrály HERON EGM 60.....</i>	<i>19</i>
<i>Tab. 2</i>	<i>Parametry elektrocentrály GRIZZLI 7030H.....</i>	<i>20</i>
<i>Tab. 3</i>	<i>Parametry elektrocentrály ITC Power GG7200 LE3.....</i>	<i>20</i>
<i>Tab. 4</i>	<i>Parametry elektrocentrály ITC Power DG6000 LE3.....</i>	<i>21</i>
<i>Tab. 5</i>	<i>Parametry elektrocentrály EP 7000 TD.....</i>	<i>21</i>
<i>Tab. 6</i>	<i>Parametry elektrocentrály E 6000 PA572TYH.....</i>	<i>22</i>
<i>Tab. 7</i>	<i>Parametry elektrocentrály HERON EGM 48E LPG-NG-3F.....</i>	<i>22</i>
<i>Tab. 8</i>	<i>Souhrn kladů a záporů elektrocentrál dle typu paliva.....</i>	<i>23</i>
<i>Tab. 9</i>	<i>Příklad parametrů zátěže pro teoretický objekt.....</i>	<i>27</i>
<i>Tab. 10</i>	<i>Přehled systémů umístěných v objektu telekomunikací Dolů Bílina.....</i>	<i>33</i>
<i>Tab. 11</i>	<i>Technické specifikace UPS řad VH700 – VH3000.....</i>	<i>34</i>
<i>Tab. 12</i>	<i>Technické parametry elektrocentrály GENMAC 7800RE.....</i>	<i>39</i>
<i>Tab. 13</i>	<i>Technické parametry automatického panelu ATS L5.....</i>	<i>44</i>

Obsah:

1. Úvod.....	1
2. Teoretický rozbor záložních zdrojů.....	2
2.1. Záložní zdroj a jeho využití.....	2
2.2. Druhy záložních zdrojů v telekomunikacích.....	3
2.2.1. Akumulátorové záložní zdroje.....	3
2.2.2. UPS záložní zdroje.....	7
2.2.3. Dynamické UPS systémy.....	13
2.2.4. Napájecí zdroje se spalovacími motory.....	14
2.2.5. Obnovitelné zdroje energie.....	17
3. Technicko-ekonomické parametry záložních zdrojů.....	19
3.1. Porovnání technicko-ekonomických parametrů záložních zdrojů.....	19
3.2. Návrh volby vhodného záložního systému elektrické energie.....	24
4. Záložní systém napájení objektu telekomunikací SD a.s.....	29
4.1. Středisko telekomunikací SD a.s. lokalita Bílina.....	29
4.2. Historie záložního napájení střediska telekomunikací.....	30
4.3. Současný systém záložního napájení střediska telekomunikací.....	31
4.3.1. Přehled zařízení umístěných na centrálním sále telefonní ústředny Dolů Bílina...	32
4.3.2. Specifikace UPS GE Digital Energy 1500 v síti TÚ.....	33
4.3.3. Specifikace motorgenerátoru GENMAC Combiplus 7800RE v síti TÚ.....	39
5. Návrh zvýšení spolehlivosti rezervního napájení střediska telekomunikací.....	41
5.1. Rekapitulace současného stavu v síti TÚ.....	41
5.2. Návrh řešení	41
5.3. Technické specifikace navrhovaného řešení.....	42
6. Závěr.....	46
Použitá literatura.....	47
Přílohy.....	I -VII

1. Úvod

Tato bakalářská práce je zaměřena na záložní napájení telekomunikačních systémů objektu telefonní ústředny v těžební společnosti Severočeské doly a.s. Jelikož má tato společnost dvě od sebe 50 km vzdálené lokality, a to lokalitu Bílina a Tušimice, bude tato práce zaměřena na lokalitu Bílina, ve které také pracuji.

Objekt telefonní ústředny je od roku 2009 nově osazen relativně výkonným centrálním záložním systémem UPS, avšak důlní činnost s sebou občas přináší plánované i neplánované dlouhodobé výpadky elektrické energie, na které již kapacita systému UPS nepostačuje a je nutné realizovat zálohování veškerých systémů elektrocentrálou, která je rovněž umístěna v tomto objektu. Potřeba udržení stálé dodávky elektrické energie a vylepšení vedoucí ke zvýšení spolehlivosti stávajícího zálohování elektrickou energií, se stal hlavním důvodem pro volbu tohoto tématu k vypracování této bakalářské práce.

První část této bakalářské práce je zaměřena na teoretický rozbor nejčastěji využívaných záložních zdrojů, které jsou dnes součástí mnoha nepřetržitých provozů a institucí, ale i běžných kanceláří nebo i rodinných domů. Budou zde popsány důvody vedoucí k pořízení těchto systémů spolu s negativními důsledky, které mohou plynout z nezálohování např. výše zmiňovaného objektu telekomunikací. Dále zde budou probrány základní druhy záložních systémů elektrické energie, které lze dnes využít.

Ve druhé části je již práce zaměřena na technické parametry nejpoužívanějších typů záložních zdrojů. Bude zde řešeno porovnání jednoho druhu záložního systému vzhledem k jeho možným typovým variantám dostupných na našem trhu. Srovnání se provede u elektrocentrál na různé druhy paliv. Tato část bude také zaměřena na vhodnost volby různých typů záložních zdrojů, dle jejich nasazení v praxi, s ukázkou výpočtu potřebných technických parametrů UPS záložního systému, pro různé typy a parametry zátěží.

Třetí část je již zaměřena na současný stav systému zálohování střediska telekomunikací v lokalitě Bílina, s přihlédnutím k historii zálohování tohoto střediska do roku 2009, před provedením rekonstrukce záložního systému napájení. Objekt telekomunikací na Dolech Bílina je střediskem, ve kterém jsou integrovány zařízení telefonní ústředny MD110 a jejího hardwarového příslušenství, sdružujících několik PC, radioreléového systému Ericsson MRS 5000 a kamerového systému Dolů Bílina.

Čtvrtá část této práce se tedy bude zabývat vhodným opatřením pro řešení dlouhodobých výpadků elektrické energie. Bude zde řešena varianta využití stávající elektrocentrály a vytvoření systému automatického přepínání na tento druh záložní elektrické energie v případě potřeby.

2. Teoretický rozbor záložních zdrojů

2.1. Záložní zdroj a jeho využití

Každé elektrické a elektronické zařízení potřebuje ke své činnosti zdroj elektrické energie. Pro elektrické zařízení je častěji využíván střídavý (AC) výkon a pro elektronické zařízení stejnosměrný (DC) výkon.

Každý napájecí zdroj (NZ) lze dle Theveninovy věty nahradit sériovým spojením ideálního zdroje napětí a jeho vnitřního odporu. Vlastní zátěž lze nahradit lineárním rezistorem. Charakteristika skutečného NZ je však povahy setrvačné, nelineární, parametrické apod. K malé radosti se lze setkat i se zdroji, kde zvýšení výstupního proudu má za následek snížení výstupního napětí. U elektronických zdrojů je běžné, že do určitého výstupního proudu se NZ chová jako zdroj napětí a po překročení nastaveného proudu se chová jako zdroj proudu. Tento jev je často využíván jako elektronická pojistka pro omezení proudu u NZ a nabíječek akumulátorů. [1]

V dnešní době je často požadován, a v některých oblastech je i nutný, chod elektrických a elektronických zařízení i v případě výpadku elektrické energie od distribuční společnosti. K těmto účelům je tedy potřeba využití záložní dodávky elektrické energie, tedy záložního zdroje.

Záložní zdroje jsou využívány především v odvětvích, kde výpadek elektrického proudu může způsobit ohrožení lidského života (nemocnice), národohospodářské a ekonomické ztráty, poruchy elektrických i elektronických zařízení, ale i například v domácnosti pro zálohování PC nebo oběhových čerpadel topných okruhů kotlů na pevná paliva.

K vytvoření záložního zdroje energie lze využít mnoho způsobů. Jsou to primární (galvanické) články, sekundární články (akumulátory), palivové články, termoemisivní generátory, termoelektrické články, zdroje se spalovacími motory (elektrocentrály). Trendem dnešní doby je i možné využití obnovitelné zdroje energie jako jsou solární články, větrná energie apod. Ne všechny jmenované způsoby jsou vhodným řešením pro praktické využití a to jak z důvodu technických parametrů, ekonomického hlediska, ale i např. povětrnostních podmínek (obnovitelné zdroje). Velice často jsou však tyto systémy kombinovány a vytváří tak další stupně záložního napájení. Nejčastěji využívané zdroje elektrické energie v telekomunikacích budou popsány v dalších kapitolách.

2.2. Druhy záložních zdrojů v telekomunikacích

Mezi nejčastěji využívané záložní zdroje v této oblasti jsou akumulátorové zdroje, UPS systémy a zdroje se spalovacími motory. Pokud jsou v dané lokalitě vhodné povětrnostní podmínky, lze realizovat nabíjení a chod zálohovaných zařízení a objektů i zdroji obnovitelné energie. Kombinací zmiňovaných zdrojů elektrické energie, dochází k realizaci víceúrovňového záložního napájení.

2.2.1. Akumulátorové záložní zdroje

Elektrochemický zdroj

Historie elektrochemických zdrojů začala v roce 1800, kdy Ital A. Volta sestavil první článek, tzv. Voltův sloup. Následovali další vynálezci, jako např. Sinistenden a Planté, kteří přišli v polovině 19. století s olověným akumulátorem. Až do 60. let minulého století byly elektrochemické zdroje proudu jedinými praktickými zdroji proudu. Vynálezem elektromagnetického generátoru ztratily chemické zdroje svůj výjimečný význam. Jejich vývoj jako autonomních zdrojů však nadále pokračoval.

V současné době se používají elektrochemické zdroje proudu snad ve všech oblastech techniky. Tyto zdroje poskytují výkony od 10^{-5} W u miniaturních článků po výkony 10^7 W pro použití např. v ponorkách. Žádný jiný typ zdroje elektrické energie nemá tak rozmanité možnosti použití a takovou univerzálnost jako chemické zdroje. [6]

Akumulátorové zdroje využívají energii vzniklou z elektrochemického procesu. Jedná se o proces chemických oxidačně – redukčních reakcí mezi aktivními materiály kladných a záporných elektrod umístěných v elektrolytu. Podle činnosti aktivních materiálů na elektrodách se dělí elektrochemické zdroje proudu na primární, sekundární a palivové. Existují též systémy hybridní, v nichž se využívá jeden druh elektrod z klasických akumulátorů a druhý druh elektrod z palivových článků. [2]

Primární články obsahují pro elektrodovou reakci omezené množství aktivních materiálů. Elektrody mohou ihned po aktivaci článku chemicky reagovat. Po ukončení chemických reakcí již nelze vnějším elektrickým proudem článek aktivovat. Nejrozšířenějšími primárními články jsou články s burelovou katodou a zinkovou anodou (MnO_2), a nebo články s lithiovou anodou.

Naproti tomu sekundární články, i přes omezené množství aktivních materiálů, lze působením elektrického proudu (nabíjením) aktivovat původní materiály. Jedno nabití a vybití článku se označuje

jako cyklus. Většina akumulátorů snese stovky až tisíce cyklů. Akumulátory dělíme podle pracovního elektrolytu na kyselé (olověné), alkalické (Ni-Cd, Ni-Fe) a akumulátory s nevhodnými, tuhými či roztavenými elektrolyty.

Třetím druhem článků jsou palivové články. Ty obsahují jako elektrody porézní uhlíkové nebo kovové desky s naneseným katalyzátorem. K elektrodám se přivádějí z vnějších zásobníků elektrochemicky aktivní materiály (palivo H_2 a oxidovadlo O_2), které spolu reagují, a vzniká elektrochemická reakce mezi palivem a oxidovadlem. Důležité je kontinuálně z článků odvádět reakční zplodiny. Pokud budou přiváděny reakční komponenty a bude zajištěn odvod zplodin, lze články vybíjet teoreticky nekonečně dlouho. [2] [6]

Základní pojmy elektrochemických zdrojů

Základní jednotkou elektrochemického zdroje je *galvanický článek* tvořený *kladnou* a *zápornou elektrodou*, jenž jsou v přímém styku s elektrolytem. Záporná elektroda při vybíjení oxiduje a tím uvolňuje elektrony. Kladná elektroda má kladný potenciál a uvolněné elektrony přijímá a tím se redukuje. *Elektrolyt* je látka schopná se v roztoku štěpit na nabité částice (ionty). Tyto nabité částice umožňují vedení proudu v článku. Elektrochemický zdroj vyrábí stejnosměrný proud.

Separátor zabraňuje elektrickému zkratování elektrod opačné polarity a nejčastěji to bývá porézní izolátor (tkanina, fólie, deska, atd.) Musí být mechanicky pevný a chemicky stálý vůči elektrolytu.

Bezproude napětí článku je rozdíl potenciálů kladné a záporné elektrody. Při nulovém odběru proudu bývá obvykle vyšší nežli *pracovní napětí*, které již počítá s odběrem proudu z článku. Pro akumulátory platí, čím větší je jejich proud, tím menší je *vybíjecí napětí* a tím větší je *nabíjecí napětí*. Při vybíjení není vybíjecí napětí konstantní. Lze ho rozdělit na *počáteční*, *střední* a *konečné*. Totéž platí pro *nabíjecí napětí*. Jednotkou napětí je volt [V] a napětí jednoho článku je nejčastěji 1,2 V.

Dalším důležitým pojmem pro elektrochemické články je *kapacita*. Jedná se o elektrický náboj a udává se v ampérhodinách [Ah]. Tato kapacita je závislá na uspořádání článku a způsobu provozu. *Vybíjecí kapacita zdroje* je maximální množství elektřiny uvolněné úplným vybitím zdroje a udává se také v Ah. [6]

Rozdělení galvanických článků

Z hlediska praktického použití se galvanické články dělí do tří skupin na články přístrojové, startovací a průmyslové. Z důvodu zvýšení napětí se články spojují sériově a pro zvýšení proudu a kapacity se články zapojují paralelně. Pro zvýšení obou parametrů lze články zapojit sérioparalelně.

V případě propojení těchto článků jakýmkoli způsobem, již můžeme hovořit o baterii. Pro rozsah této práce se však budu držet z důvodu sjednocení pojmu akumulátor.

Přístrojové články mohou být primární nebo sekundární. Většinou slouží jako hlavní zdroj elektrické energie pro mobilní zařízení. Jedná se většinou o mobilní telefony, měřicí přístroje, notebooky, kapesní svítilny, atd.

Startovací akumulátory jsou využívány pro spouštění spalovacích motorů dopravních prostředků a zařízení vybavených spalovacím motorem. Jejich nabíjení je většinou zajištěno zdrojovou soustavou. Tyto akumulátory jsou pouze mělce vybíjeny vysokými proudy při startování motorů. Startovací akumulátor má vnitřní konstrukci řešenu tak, aby bylo možné krátkodobě z tohoto akumulátoru odebrat co nejvíce energie, a počítá se s tím, že baterie nebude hluboce vybita. Startovací akumulátory mají tenké vnitřní mřížky (desky) o velkém počtu a jsou tak schopné dodat krátkodobě podstatně vyšší proud, než trakční akumulátory (viz níže). Startovací akumulátory snesou nejen podstatně vyšší vybíjecí, ale i nabíjecí proud. Jejich ideální pracovní cyklus, by tedy měl být takový, k jakému jsou primárně určeny. Pokud nedojde k rychlému nabití hluboce vybitého startovacího akumulátoru (do 1 až 2 dnů), dojde ke kroucení tenkých mřížek (desek) a k sulfataci (vznik krystalů síranu olovnatého na elektrodách) a akumulátor se může zcela zničit. Za mělké vybíjení je považován odběr energie do 10 % kapacity a hluboké vybití je uvažováno při odběru více jak 80 % kapacity. [6] [7]

Průmyslové akumulátory jsou většinou vyšších kapacit a dále je dělíme na staniční a trakční. Staniční akumulátory slouží pro nouzové napájení objektů, nejčastěji v telekomunikacích, energetice, bezpečnostních zařízeních, atd. Akumulátory jsou trvale dobíjeny a v nepravidelných intervalech vybíjeny. Trakční akumulátory slouží jako zdroj energie pro nezávislý elektrický provoz např. elektromobilů, vysokozdvihných vozíků, atd. Tyto akumulátory jsou konstrukčně provedeny pro střídavé vybíjení a nabíjení. Tyto rozdílné provozní nároky, proti staničním akumulátorům, jsou řešeny odlišným provedením elektrod (mřížkové, trubkové), složením nosného systému elektrod a rozdílným elektrochemickým systémem. [6]

Akumulátorové zdroje v telekomunikacích

Z výše jmenovaných druhů článků, jsou pro využití v telekomunikacích nejvhodnější akumulátorové zdroje staniční (sekundární články). Využívají se jako nouzové zdroje stejnosměrného proudu při přerušení dodávky elektrické energie z rozvodné sítě. Tyto záložní zdroje jsou složeny pouze z akumulátorů a vytvořenou stejnosměrnou energii většinou přímo distribuují na sekundární

část zdroje elektrické energie daného zařízení, kde dochází pouze k regulaci vzniklé hodnoty stejnosměrné energie a řízení nabíjení či vybíjení vzniklé elektrické energie.

Staniční akumulátory jsou většinou napojeny na trvalé dobíjení. Trvalé dobíjení je v podstatě nabíjení po dosažení znaků plného nabití. Při vhodném nastavení konstantního napětí z nabíjecího zdroje, dosáhneme krytí ztrát kapacity nabitých akumulátorů vznikající jejich samovybíjením a tím pádem nedochází ke zkrácení životnosti přebíjením nebo sulfatací následkem pozvolné ztráty kapacity. Velikost proudu trvalého dobíjení je závislá na typu akumulátoru, použitém elektrolytu, teplotě a stáří akumulátoru. Hodnotu tohoto proudu lze nalézt v technickém listě při nákupu akumulátoru a pohybuje se většinou od 0,0002 do $0,001 \times C_{jm}$ (jmenovitá kapacita) [A]. [2]

Nejčastěji využívané staniční akumulátory mají hodnotu jmenovitého napětí 12 nebo 24 V. Pro dosažení požadované hodnoty potřebného záložního napětí a kapacity, dochází již k zmiňované skladbě akumulátorů a to nejčastěji sérioparalelnímu. Takto provedené zapojení akumulátorů je především z důvodu dosažení vhodné kapacity, která nám zajistí požadovanou dobu výdrže zálohovaného zařízení v případě výpadku proudu. Kapacita každého akumulátoru je závislá na intenzitě vybíjecího proudu, provozní teplotě a přípustném poklesu vybíjecího napětí. Je nutné také počítat s tím, že akumulátory zpočátku nedosahují uváděné jmenovité kapacity a ke konci životnosti jí opět ztrácejí.

Z důvodu instalace akumulátorů i do prostor společných se zařízením a obsluhou, se vyrábí tzv. bezúdržbové (hermetické) akumulátory. Tyto články dosahují minimální samovybíjení po celou dobu jejich životnosti. Elektrody těchto článků jsou vyrobeny tak, aby na sebe byly schopny vázat vznikající plyny při elektrochemickém cyklu a tak nevznikal přetlak v obalu akumulátoru. Přes toto technologické provedení, je každý akumulátor vybaven přetlakovým ventilem. Elektrolyt bývá absorbován ve vysoce porézním materiálu separátorů ze skleněných či polymerových vláken, nebo je ve formě gelu. Elektrolytem bývá u olověných akumulátorů kyselina sírová, pro bezolovnaté akumulátory např. křemíkový gel. Elektrody jsou elektrolytem tedy pouze nasáknuty. Hermeticky uzavřené akumulátory se vyrábějí i v kapacitní řadě 5000 Ah.

Dříve byly nejčastěji využívány olověné akumulátory, avšak z hlediska ekologie se od nich upouští a nahrazují se typy složených z jiných chemických prvků jako je např. stříbro, zinek, vápník, atd. Tyto akumulátory vyžadují minimální náročnost na údržbu v době jejich životnosti. Jako však každé elektronické zařízení, mají i akumulátory svou funkční dobu, která se dle typu akumulátoru pohybuje od 5 do 20 let (vyšší kapacita = vyšší životnost) a je závislá na způsobu technologického provedení, nabíjení a vybíjení akumulátoru a na prostředí, ve kterém akumulátor provozujeme. Například zvýšení pracovní teploty olověného akumulátoru o 10 °C, může zkrátit životnost až o 50% a taktéž dochází k vyššímu samovybíjení. Naopak nízké provozní teploty způsobují pokles jmenovité

kapacity. Tento pokles není lineární a bývá přibližně 0,8 až 1% na 1 °C od jmenovité teploty +20 °C. Příčinou poklesu kapacity a jmenovitého proudu je zpomalení chemických reakcí a vzrůst elektrického odporu. [6]

Při využití akumulátorů jako záložních zdrojů, je rozhodující doba jejich připojení k technologickému zařízení v případě výpadku dodávky elektrické energie. U moderních zařízení je tato činnost prováděna polovodičovými prvky, u kterých je doba zpoždění natolik minimální, že nedojde k nedovolenému poklesu napájecího napětí. V případě odběru vysokých proudů, však může být cena za tento systém řízení ekonomicky nevýhodná. Pakliže tento problém nastane, je využíváno standardního stykače, který provede přepojení na záložní zdroj. Protože má stykač určité zpoždění, od 0,1 do 0,3 s, závislé na typu, velikosti a technickém stavu, může dojít k přechodnému krátkodobému poklesu napájecího napětí. Tento pokles lze omezit vhodnou volbou udržovacích kondenzátorů v hlavním zdroji zařízení. V případě obnovení dodávky elektrického proudu, protéká však těmito kondenzátory velký nabíjecí proud, a je tedy nutné k tomuto účelu přizpůsobit i technické parametry usměrňovacích diod zdroje.

2.2.2. UPS záložní zdroje

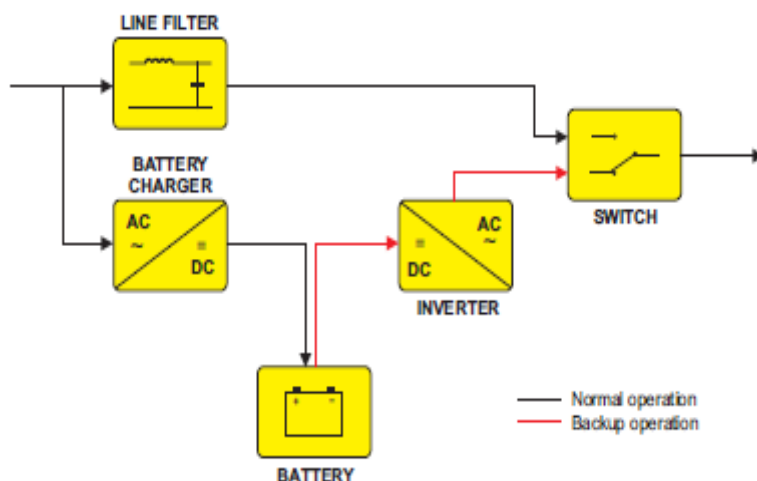
Další možné provedení záložního napájení je využití UPS záložního zdroje. Zkratku UPS (Uninterruptible Power Supply) lze přeložit jako *zdroj nepřerušitelného napájení elektrickou energií*. UPS systémy se skládají z akumulátorů a potřebné řídicí elektroniky. Tyto prvky jsou vždy vloženy do společného boxu. Vyrábějí se varianty jednofázové, třífázové, pro venkovní prostředí s potřebným krytím, stacionární, přenosné, atd. UPS fungují na principu DC/AC měniče napětí s vestavěným akumulátorem. Zálohovaný spotřebič je připojen k UPS a UPS je připojena k síti 230 V. Pokud není dodávka elektřiny ze sítě přerušena, je zdroj UPS udržován ve stavu nabíjení. Doba, po kterou UPS udrží zařízení v chodu, je dána kapacitou akumulátorů a proudovým odběrem zálohovaných zařízení a pohybuje se v řádech minut až po několik hodin. Pro zvýšení kapacity UPS systémů lze realizovat rozšíření hlavní UPS bateriovými boxy (battery pack), až k hodnotám povolených výrobcí zařízení. Kromě zajištění zálohovaného napájení spotřebičů jsou UPS systémy schopny taktéž eliminovat napěťové špičky v síti, překlenout mžikové výpadky sítě, rušení v síti atd.

Mezi hlavní parametry udávaných u systémů UPS je výkon. Výrobce může udávat tzv. skutečný výkon, který je uváděn ve watech (W) nebo častěji uváděný zdánlivý výkon ve voltampérech (VA). Zdánlivý výkon je součin napětí a odebíraného proudu. Součinem zdánlivého výkonu a účinníku $\cos \varphi$ lze dostat opět skutečný výkon.

Pracovní režimy UPS

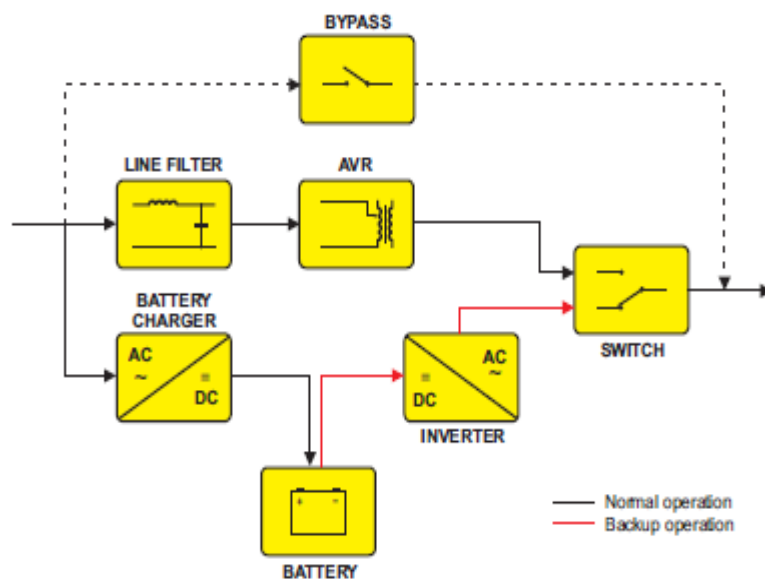
UPS zdroje mohou dle normy EN 62040-3 pracovat ve třech režimech, OFF-line, LINE-interactive a ON-line.

V režimu OFF-line (VFD-voltage and frequency dependent) je spotřebič napájen přes UPS i v bezporuchovém stavu, ale v tuto dobu není aktivní střídač a je využíváno napájecí napětí sítě. Parametry sítě jsou upravovány pasivními filtry. Jednoduché filtry však neodstraní veškeré anomálie v rozvodné síti. V případě výpadku elektrické energie, dojde k přepnutí pomocí relé na střídač napájený z akumulátorů. Toto přepnutí probíhá zhruba do 20 ms, dle typu UPS. Tento režim je tedy vhodný volit pro zařízení, která jsou schopna překlenout výpadek v délce tohoto času. [3]



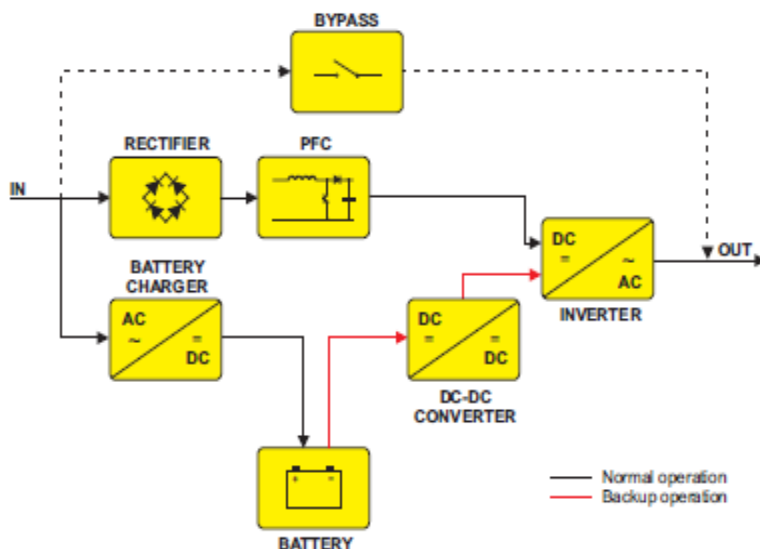
Obr. 1) Blokové schéma UPS pro režim OFF-line [10]

V režimu LINE-interactive (VI-line interactive) dochází k nižšímu opotřebení akumulátorů proti režimu OFF-line z důvodu použití regulačního transformátoru, který je schopen vyrovnat krátkodobé přepětí, podpětí a rázy v síti. Tímto je zabráněno nadměrnému zatěžování akumulátoru. U tohoto režimu však dochází také ke krátkodobému přerušení napájení při přepínání na akumulátory. Jedná se zhruba o 10 ms dle typu UPS. Nejdokonalejší UPS tohoto typu mají plynulé řízení výstupního napětí a bezspínačový přechod mezi sítovým a bateriovým režimem.



Obr. 2) Blokové schéma UPS pro režim LINE-interactive [10]

Režim ON-line (VFI- voltage and frequency independent) zajišťuje napětovou a frekvenční nezávislost ve všech režimech (síťový i bateriový). Tyto UPS pracují na principu dvojité konverze, kdy se vstupní síťové napětí nejprve usměrní řízeným usměrňovačem a následně se rozstřídá střídačem na výstupní sinusové napětí o přesném kmitočtu 50 Hz. Střídač je tedy trvale v provozu. Tento princip přináší dobrou stabilitu výstupního napětí i při změnách vstupního napětí, zatížení, pulzním přepětí, vř rušení a neharmonickém zkreslení apod. Tento režim tedy zajišťuje napájení nezávisle na stavu síťového napětí či kolísání frekvence. Tyto typy UPS jsou však cenově náročnější. [3]

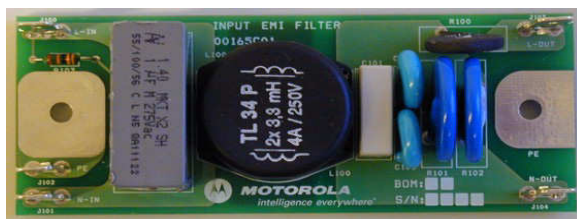


Obr. 3) Blokové schéma UPS pro režim ON-line [10]

V UPS systémech určujeme i tzv. činitel zkreslení. Je to poměr mezi maximální a efektivní hodnotou střídavého elektrického napětí. Pro čistý sinusový průběh je jeho hodnota $1,414 (\sqrt{2})$. Některá elektronická zařízení, jsou schopna pracovat i s hodnotou zkreslení výrazně vyšší (např. 3). Jedná se nejčastěji o síťové zdroje počítačů.

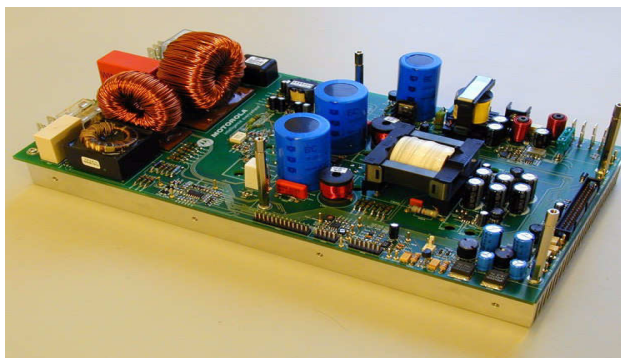
Koncepce systému UPS

Vstup každé UPS je řešen jednoduchými pasivními filtry pro úpravu základních parametrů sítě. Tento filtr se skládá z LC prvků a případně ochranných součástí, jako např. transilů, které se při přepětí zkratují a tím chrání připojené zařízení na výstupu. Pro režim OFF-line bývá tento filtr jediným prvkem, kterým protéká proud v případě bezporuchového stavu. Pro zbývající režimy, LINE-interactive a ON-line, je již výstup vybaven i dalšími prvky, jako je regulační transformátor nebo DC/AC měnič, které jsou již schopny lépe upravovat parametry sítě v bezporuchovém stavu.

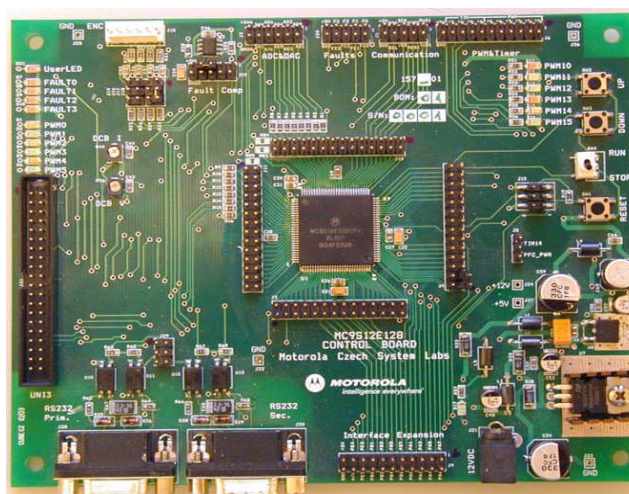


Obr. 4) Příklad pasivního vstupního filtru UPS [10]

Dalším prvkem obsaženým v každé UPS je napájecí zdroj s měničem stejnosměrné složky proudu na střídavou (DC/AC). Tyto měniče jsou nejčastěji řízeny MCU procesorovou jednotkou. Tato jednotka generuje aktuální referenční signál, který se přivádí na vstupní logické obvody. Tyto obvody pracují s pulzně šířkovou modulací a zabezpečují řízení měničů tak, aby výstupní napětí z UPS bylo sinusového charakteru, bez známek zvlnění a rušení. [10]



Obr. 5) Příklad napájecího zdroje s DC/AC měničem pro UPS [10]



Obr. 6) Příklad řídicí MCU procesorová deska pro UPS [10]

Nezbytnou součástí systémů UPS je obvod pro dobíjení akumulátorů. Tento obvod udržuje akumulátory v plném provozním napětí v případě bezporuchového stavu. Velice často tvoří součást se zdrojem napětí a měničem DC/AC. Dimenzování nabíjecích obvodů bývá důležitým parametrem pro případné rozšíření UPS o bateriové bloky. Tyto obvody musí být schopny provést nabití veškerých připojených akumulátorů do plného stavu bez jakýchkoliv problémů. Řízení nabíjení je opět řízeno procesorovou jednotkou a je důležitým faktorem pro životnost celé UPS.

Akumulátory pro UPS

Pro UPS jsou využívány nejčastěji staniční akumulátory. Tyto akumulátory jsou bezúdržbové, hermeticky uzavřené články s bezpečnostním přetlakovým ventilem. Akumulátory jsou kompletně uzavřené, zabezpečené proti prosakování s vysokým efektem rekombinace plynů. Využívá se kvalitních konstrukcí kontejnerů (boxů) především z ABS materiálů, které snižují možné deformace akumulátoru a následné poškození elektrod. Kapacity těchto akumulátorů se pohybují dle typu UPS od jednotek Ah po stovky Ah. Životnost akumulátorů se uvádí od 5 do 20 let, dle provedení akumulátoru a prostředí, ve kterém je UPS provozována. Dále je také závislá na kalibračním nastavení řídicí elektroniky UPS. Toto nastavení bývá často přehlíženo při neodborné repasi starších UPS, díky níž může dojít např. k nesprávnému nastavení udržovacího nabíjecího proudu a lze tímto výrazně zkrátit životnost akumulátoru.

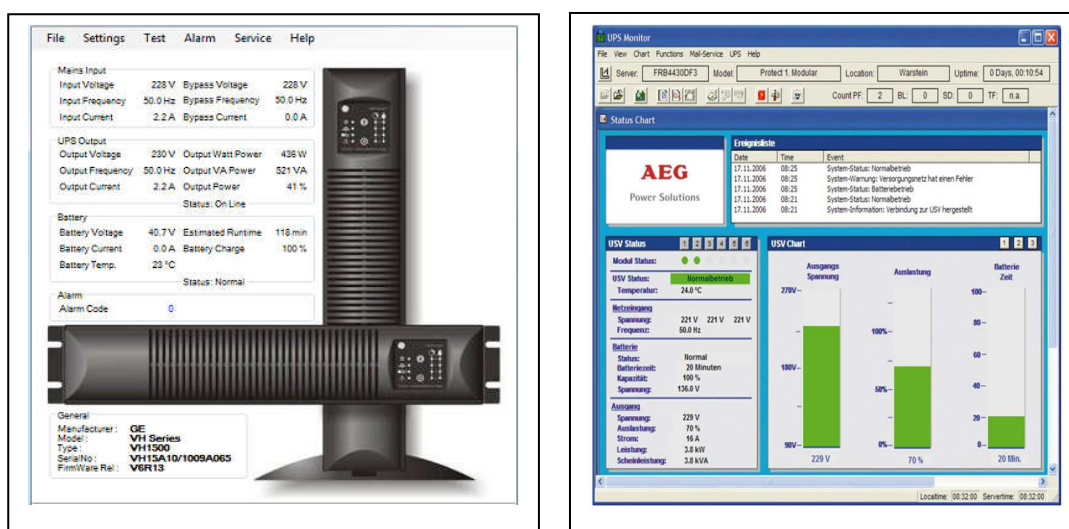
Z hlediska využitých materiálů, jsou doposud stále nejvíce rozšířeny gelové olověné akumulátory. Jak již bylo v minulé kapitole uvedeno, z ekologického hlediska dochází k obměně za ekologicky příznivější materiály pro technologické provedení těchto akumulátorů. [9]



Obr. 7) Příklady různých typů staničních hermeticky uzavřených akumulátorů do UPS [9]

Ovládací software pro UPS

Dnes snad již každou zakoupenou UPS lze dovybavit ovládacím softwarem, kterým lze nastavovat a řídit chod UPS. Pro některé typy UPS je přímo nutné před prvním uvedením do provozu provést nastavení potřebných parametrů pomocí příslušného ovládacího softwaru. Dodávané programy běžně komunikují se všemi běžnými operačními systémy a s ovládacím PC jsou propojeny nejčastěji po sériovém portu, pro novější UPS i přes USB rozhraní. Díky těmto programům lze zřídit i dálkový dohled pomocí TCP/IP protokolu nebo LAN sítě. Příslušný software lze například vytvořit i dle požadavků zákazníka, a lze tak lépe dosáhnout vhodnosti alarmů potřebných k dané technologii. Jednotlivé alarmy a události se ukládají do tzv. logovacího souboru, který může být následně zasílán i prostřednictvím e-mailu. [10]

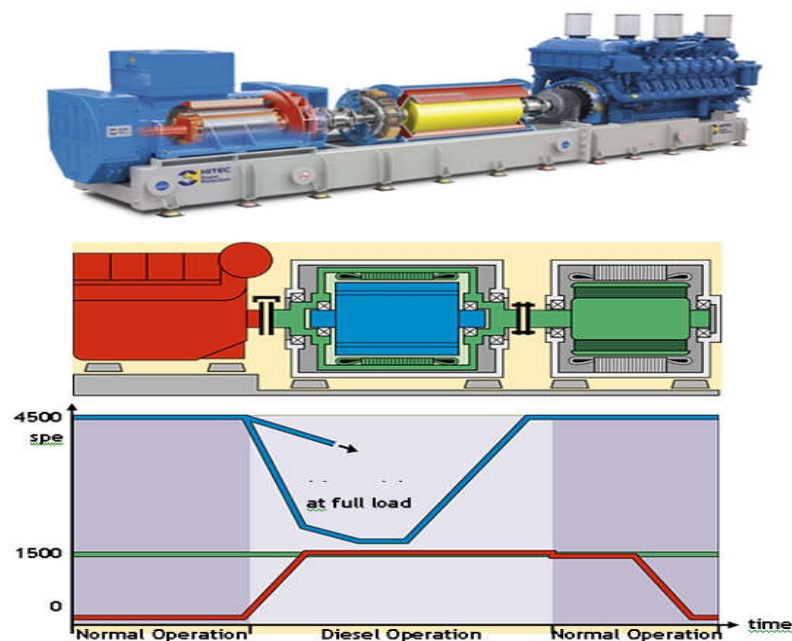


Obr. 8) Příklady ovládacích software společnosti GE Digital Energy a AEG [20] [3]

Akumulátorové a UPS záložní zdroje jsou závislé na množství energie vyrobené elektrochemickým procesem v sekundárních článcích, který má své technické limity a po dosažení určitých hodnot je třeba provést opětovné aktivování původních materiálů (nabití). Doba dodávky elektrické energie z těchto zdrojů je závislá na zatížení a pohybuje se řádově v minutách případně hodinách. Z hlediska možné okamžité dodávky elektrické energie a nemožnosti dlouhodobého zálohování elektrickou energií se zařazují do prvního stupně zálohování.

2.2.3. Dynamické UPS systémy

Dynamické zdroje nepřetržitého napájení UPS jsou systémy, které se skládají s generátoru napětí, hřídele, na které je indukční setrvačnick a spalovací motor. Hřídel je vybavena volnoběžnou spojkou, která umožňuje start motoru. Indukční setrvačnick v sobě indukuje kinetickou energii, díky níž lze v případě výpadku proudu překlenout dobu potřebnou pro start spalovacího motoru. Tato doba bývá řádově do 5 sec. Celý systém je doplněn o cívku, která filtruje vstupní napětí a dále zabezpečuje dodávku jalové složky výkonu do zátěže. Cívkou lze také zabezpečit vynulování hodnoty reaktance generátoru a tím dosáhnout minimálního zkreslení výstupního napětí. Účinnost těchto systémů bývá velice vysoká a pohybuje se od 90 do 98 % v porovnání s klasickými UPS. Tyto systémy lze řadit paralelně v neomezeném počtu pro navýšení výkonu. Dynamické zdroje mohou napájet výpočetní techniku, induktivní zátěže nebo celé rozvody budov. Tyto zdroje jsou svou kvalitou výstupního napětí ideální i pro nejnáročnější aplikace vysokých výkonů. Mohou pracovat až v desítkách MVA pro napětí 22 kV. Jedná se spíše o ekonomicky a prostorově náročnější záložní zdroje elektrické energie vhodné pro větší technologické zařízení nebo strategicky důležité objekty či nemocnice. [8]



Obr. 9) Dynamický systém UPS typu CPS firmy Elteco-UPS s.r.o. [8]

2.2.4. Napájecí zdroje se spalovacími motory

Jako náhradní zdroj elektrické energie se velice často využívá alternátor poháněný spalovacím motorem - elektrocentrála. Používá se benzínových a naftových motorů, většinou čtyřdobých, které jsou mechanicky spojeny se synchronním alternátorem, který může být jednofázový (230 V) nebo třífázový (400 V). Lze se setkat i s elektrocentrálou osazenou dynamem. Dříve se tyto elektrocentrály využívaly k buzení synchronních strojů. V dnešní době se již rozšiřují i elektrocentrály na LPG či zemní plyn z důvodu ekonomického a ekologického provozu. Jejich provoz může být efektivnější až o 60 % proti benzínovým elektrocentrálám.

Elektrocentrály bývají osazeny rozvaděčem s automatikou, která kontroluje provoz agregátu a zabraňuje dodávání energie i do veřejné sítě. Soustrojí lze vybavit i automatikou, která zajišťuje start a zastavení poháněcího motoru v závislosti na provozu napájecí sítě. Při poruše je umožněno ruční ovládání agregátu. [2]

Elektrocentrály se vyrábí ve stacionárním nebo mobilním provedení. Stacionární zdroje jsou v zálohovaném objektu umístěny trvale ve strojovně včetně napevno nainstalovaného rozvaděče s automatikou. Stacionární elektrocentrály jsou vyráběny v širokém výkonovém rozmezí a to až do výkonu cca 2 MVA.

Mobilní zdroje mají celou výstroj zabudovanu na podvozku či stojanu a mohou se používat podle okamžité potřeby. Vyrábějí se ve výkonových řadách od stovek VA po zhruba 20 kVA. V telekomunikačních objektech je často instalována zásuvka umožňující propojení mobilního zdroje s hlavním rozvaděčem.

Při výpadku elektrické energie nemusí být přechod na tento záložní zdroj bezproblémový. Jelikož otáčení alternátoru zabezpečuje spalovací motor, může tento motor vykazovat jistou nestabilitu otáček při prvních minutách svého provozu. Tato nestabilita je dána tím, že motor po svém startu nepracuje ve svých provozních teplotách. Důsledkem tohoto jevu může být kolísání výstupního napětí a frekvence alternátoru. Z tohoto důvodu je vhodné mít, pro zařízení vyžadující kvalitní síťové parametry, v prvním stupni zálohování UPS systém. Nejvhodnější bývá UPS typu ON-line, která je schopna rozpoznat kvalitní výstupní parametry elektrické energie z elektrocentrály, a ve vhodné době provede přepnutí na tento druh záložní energie. Při zaznamenání jakýchkoliv anomálií síťových parametrů z elektrocentrály, je opět dodávka elektrické energie vedena z UPS systému. Běžné elektrocentrály dosahují svých provozních teplot, a tedy stabilní otáčky, do 5 minut po nastartování.

Volba vhodného výkonu elektrocentrály

Elektrocentrály mohou napájet elektrospotřebiče o různém druhu výkonu. Spotřebiče mohou být odporového, indukčního a kapacitního typu. Pro každý tento druh výkonu je nutné volit vhodný výkon elektrocentrály.

Pro odporové (lineární) spotřebiče, jako jsou žárovky, odporové ohříváče, atd., je dostačující volit výkon elektrocentrály shodný s výkonem uváděným na spotřebiči, který budeme napájet. Tento druh zátěže bývá pro každý typ elektrocentrál bezproblémový.

Spotřebiče indukčního typu, což jsou elektromotory, čerpadla, ruční nářadí, atd., potřebují z důvodu ztrát ve vinutí elektromotorů o 30 % vyšší výkon elektrocentrály, nežli je uváděný výkon na štítku elektrospotřebiče. V případě větších indukčních asynchronních elektromotorů o větších výkonech (více než 1,5 kW) je nutné počítat s maximálním výkonem elektrocentrály min. 3 – 5x větším, než je štítkový příkon elektromotoru. K návrhu vhodného typu elektrocentrály pro indukční zátěže je třeba znát maximální rozběhový proud a jmenovitý odběr proudu spotřebiče.

Pro spotřebiče kapacitního typu, kam patří zářivky, výbojky, fotoblesky, atd., je nutný výkon elektrocentrály 1,5x vyšší než jmenovitý výkon spotřebiče. Tyto spotřebiče je však možné napájet pouze elektrocentrálami opatřenými regulací alternátoru. [13]

Regulace napětí v elektrocentrálách

Rozlišujeme 5 nejběžnějších regulací využívaných v elektrocentrálách. Tyto regulace se mohou vyskytovat jak u statických tak v mobilních elektrocentrálách. Mezi tyto základní regulace patří:

- AVR – jedná se o automatickou regulaci pomocí tranzistorů, výstup lze využít i pro napájení elektronických zařízení
- Kapacitní regulace – jedná se o provedení regulace pomocí kondenzátorů
- Compoud trafo – jedná se o kapacitní regulaci vhodnou pro třífázové odběry realizovanou kompoudním transformátorem
- Invertor - nejvyšší stupeň regulace elektrického výstupu, který je zajištěn za všech podmínek, při zachování ideálního průběhu křivky výstupního napětí
- Cyklokonvertor- zajišťuje přesný průběh napětí a frekvence pomocí tyristorové regulace

[11]

Pro elektrická zdrojová soustrojí se spalovacími motory platí všeobecně předpisy obsahující podrobné názvosloví, technické požadavky a požadavky na zkoušení a údržbu. Tyto předpisy řeší norma ČSN 385422. [2]

Napájecí zdroj se spalovacím motorem má nevýhodu v nemožnosti okamžité dodávky elektrické energie v případě beznapětového stavu. Toto zpoždění je dáno potřebou uvedení spalovacího motoru do chodu. Běžně je tato doba vybavena do 2 minut od výpadku proudu. Výhodou tohoto systému je však jeho možné provozování i v řádu několika dnů. Důležité je ovšem zabezpečení přísunu paliva pro spalovací motor, jeho vhodné chlazení a v neposlední řadě technický stav celého soustrojí.



Obr. 10) Typy mobilních elektrocentrál – LPG/NG, naftová a benzínová [11]



Obr. 11) Typy stacionárních elektrocentrál [11]



Obr. 12) Příklad startovací automatiky pro stacionární elektrocentrály [12]

2.2.5. Obnovitelné zdroje energie

Veškerá energie použitelná na naší planetě pochází z energie sluneční nebo jaderné. Tyto základní druhy energie se mohou měnit přirozenou cestou nebo lidskou činností v jiné formy energií až k požadované elektrické energii. [2]

Obnovitelné zdroje energie jsou přírodní energetické zdroje, které mají schopnost částečné nebo úplné obnovy. Patří mezi ně především sluneční, větrná a vodní energie, biomasa a kogenerace. V některých částech světa lze využít také energii mořského přílivu nebo geotermální energii. V našich podmínkách má největší potenciál biomasa, potenciál velkých vodních elektráren je v České republice prakticky vyčerpán, malé vodní elektrárny lze ale stále stavět. Sluneční energii i větrnou energii využíváme v České republice zatím jen částečně, ale díky dotacím a podpoře ze strany státu i Evropské unie se situace postupně mění. [4]

Úkolem této bakalářské práce není rozbor obnovitelných zdrojů. K jejich skutečné čistotě, ceně a nevyčerpatelnosti bychom mohli popsat několik stránek. Žádný energetický zdroj není zcela

čistý a bez negativních vlivů na životní prostředí, zvláště pokud je nasazen v masivním měřítku a vyhodnocujeme-li také nepřímé dopady. Obnovitelné zdroje energie nejsou z tohoto hlediska žádnou výjimkou. Zaměříme se tedy pouze na možnost využití těchto zdrojů energie jako záložního zdroje. [4]

Chceme-li realizovat záložní zdroj pro případ výpadku dodávek elektrické energie z elektrické sítě, budeme zcela jistě požadovat jeho nezávislost a bezporuchovost provozu. Pokud bychom tedy realizovali záložní napájení přímým napájením např. z fotovoltaických panelů či z větrné elektrárny, bude dodávka elektřiny zcela jistě záviset na okamžité povětrnostní situaci v dané lokalitě. V případě realizace spalováním biomasy nebo využití kogenerace, je toto spíše otázkou většího energetického komplexu. Přínos ekologický i energetický bychom zcela jistě našli. Kogenerace, která představuje sdruženou výrobu elektrické energie a tepla je v oblasti energetických zdrojů vysoce účinná, pro běžné potřeby provedení zálohování elektrickou energií však ekonomicky nevýhodná. [5]

Je tedy zřejmé, že obnovitelné zdroje nejsou z mnoha důvodů vhodné volit pro první stupeň zálohování elektrickou energií. Využití obnovitelných zdrojů lze zcela jistě využít pro případné dobíjení záložních akumulátorů nebo při použití vhodných řídicích systémů realizovat přepínání na tento druh energie v případě vhodných povětrnostních podmínek.

Pokud se v blízkosti zálohovaného objektu vyskytuje zařízení pro výrobu elektrické energie z obnovitelných zdrojů, je možné uskutečnit odebrání vyrobené elektrické energie tímto způsobem. I toto lze považovat za využívání obnovitelných zdrojů v případě výpadků dodávek elektrické energie. Zálohovaný systém či objekt však ztrácí svou nezávislost na vlastní výrobě a bude nucen být opět vybaven vlastním záložním zdrojem. Dodavatel elektrické energie z obnovitelných zdrojů opět nezíská primární postavení.

Z obnovitelných zdrojů lze zcela jistě vytvořit i tzv. ostrovní systém, který by mohl zabezpečit nezávislost na napájecí síti, avšak pro realizaci zálohování telekomunikačních technologií v měřítku běžných průmyslových a výrobních podniků, je tato varianta vzhledem k její finanční náročnosti v dnešní době zatím nerentabilní. Reálné zálohování napájecí sítě, je tedy dosud, hlavně pro jejich nezávislost, pořizovací cenu a okamžitou použitelnost, prováděna akumulátorovými bateriemi, UPS systémy a záložními generátory na spalovací motory.

3. Technicko – ekonomické parametry záložních zdrojů

3.1. Porovnání technicko – ekonomických parametrů záložních zdrojů

Realizaci záložního napájení lze dnes provést mnoha způsoby. Každý záložní zdroj však vyžaduje specifické podmínky pro jeho provoz a nelze proto vždy využít jakýkoliv náhradní zdroj elektrické energie. Při výběru záložního zdroje musíme volit vhodné technické parametry, jako jsou např. výkon, druh zátěže, rozměry, hmotnost, hlučnost, atd. Zdroje s kvalitními technickými parametry však často bývají ekonomicky náročnější při jejich pořízení.

V této kapitole se provede porovnání mobilních elektrocentrál cenově zařazených do ekonomické třídy. Důraz bude kladen na jejich technické parametry a ekonomiku provozu. Bude se jednat o třífázové elektrocentrály benzínové, naftové a na LPG či zemní plyn (NG) obdobných výkonových parametrů. Elektrocentrály byly vybrány z důvodu velkého cenového rozpětí dané třídy a možnosti volby různých druhů paliva, čímž lze posoudit rozdílnou ekonomičnost provozu.

Benzínové třífázové elektrocentrály

Elektrocentrála HERON EGM 60 AVR-3 - doporučená cena včetně DPH: 23 990,- Kč

typ elektrocentrály: HERON EGM 60 AVR-3	
základní specifikace	
počet fází	3
napětí (V)	400/230
frekvence (Hz)	50
výkon maximální (kW)	6,0
výkon jmenovitý (kW)	5,0
hmotnost (kg)	87
akustický výkon (dB)	72
motor	
typ	4 taktní, OHV
obsah (ccm)	389
maximální výkon (kW)	9,0
spotřeba (l/h)	2,25
startování	ruční
generátor	
typ/regulace	synchronní/AVR
AC jmenovitý proud (A/V)	9,0/400; 8,7/230
DC jmenovitý proud (A/V)	8,3/12
účinnost 3 fáz./1 fáz.	0,8/1



Obr. 13) Elektrocentrála HERON EGM 60 [15]

Tab. 1) Parametry elektrocentrály HERON EGM 60 [15]

Elektrocentrála GRIZZLI 7030H - doporučená cena včetně DPH: 57 140,- Kč

typ elektrocentrály: GRIZZLI 7030H	
základní specifikace	
počet fází	3
napětí (V)	400/230
frekvence (Hz)	50
výkon maximální (kW)	-
výkon jmenovitý (kW)	5,6
hmotnost (kg)	79
akustický výkon (dB)	96
motor	
typ	4 taktní, OHV
obsah (ccm)	389
maximální výkon (kW)	8,2
spotřeba (l/h)	2,1
startování	ruční
generátor	
typ/regulace	synchronní/AVR
AC jmenovitý proud (A/V)	10,0/400; -/230
DC jmenovitý proud (A/V)	-
účinník 3 fáz./1 fáz.	0,8/0,8



Obr. 14) Elektrocentrála GRIZZLI 7030H [16]

Tab. 2) Parametry elektrocentrály GRIZZLI 7030H [16]

Elektrocentrála ITC Power GG7200 LE3 - doporučená cena včetně DPH: 28 600,- Kč

typ elektrocentrály: ITC Power GG7200 LE3	
základní specifikace	
počet fází	3
napětí (V)	400/230
frekvence (Hz)	50
výkon maximální (kW)	5,5
výkon jmenovitý (kW)	5
hmotnost (kg)	85
akustický výkon (dB)	82
motor	
typ	4 taktní, OHV
obsah (ccm)	389
maximální výkon (kW)	9,2
spotřeba (l/h)	2,6
startování	ruční+elektrické
generátor	
typ/regulace	synchronní/AVR
AC jmenovitý proud (A/V)	9,9/400; -/230
DC jmenovitý proud (A/V)	10/12
účinník 3 fáz./1 fáz.	0,8/0,8



Obr.15) Elektrocentrála ITC Power GG7200 LE3 [17]

Tab. 3) Parametry elektrocentrály ITC Power GG7200 LE3 [17]

Naftové třífázové elektrocentrály

Elektrocentrála ITC Power DG6000 LE3 - doporučená cena včetně DPH: 36 200,- Kč

typ elektrocentrály: ITC Power DG6000 LE3	
základní specifikace	
počet fází	3
napětí (V)	400/230
frekvence (Hz)	50
výkon maximální (kW)	5,5
výkon jmenovitý (kW)	5,0
hmotnost (kg)	108
akustický výkon (dB)	77,5
motor	
typ	4 taktní, OHV
obsah (ccm)	400
maximální výkon (kW)	7,0
spotřeba (l/h)	1,9
startování	ruční+elektrické
generátor	
typ/regulace	synchronní/AVR
AC jmenovitý proud (A/V)	16,2/400; -/230
DC jmenovitý proud (A/V)	8,3/12
účinnost 3 fáz./1 fáz.	0,8/0,8



Obr.16) Elektrocentrála ITC Power DG6000 LE3

[17]

Tab. 4) Parametry elektrocentrály ITC Power DG6000 LE3 [17]

Elektrocentrála EP 7000 TD - doporučená cena včetně DPH: 86 300,- Kč

typ elektrocentrály: EP 7000 TD	
základní specifikace	
počet fází	3
napětí (V)	400/230
frekvence (Hz)	50
výkon maximální (kW)	5,6
výkon jmenovitý (kW)	5,2
hmotnost (kg)	95
akustický výkon (dB)	83
motor	
typ	4 taktní, OHV
obsah (ccm)	462
maximální výkon (kW)	6,2
spotřeba (l/h)	2,1
startování	ruční
generátor	
typ/regulace	synchronní/AVR
AC jmenovitý proud (A/V)	18/400; 8/230
DC jmenovitý proud (A/V)	-
účinnost 3 fáz./1 fáz.	0,8/0,8



Obr. 17) Elektrocentrála EP 7000 TD [18]

Tab. 5) Parametry elektrocentrály EP 7000 TD [18]

Elektrocentrála E 6000 PA572TYH - doporučená cena včetně DPH: 56 280,- Kč

typ elektrocentrály: E 6000 PA572TYH	
základní specifikace	
počet fází	3
napětí (V)	400/230
frekvence (Hz)	50
výkon maximální (kW)	5,5
výkon jmenovitý (kW)	4,5
hmotnost (kg)	96
akustický výkon (dB)	-
motor	
typ	4 taktní, OHV
obsah (ccm)	406
maximální výkon (kW)	6,4
spotřeba (l/h)	1,75
startování	ruční
generátor	
typ/regulace	synchronní/AVR
AC jmenovitý proud (A/V)	17/400; -/230
DC jmenovitý proud (A/V)	-
účinnost 3 fáz./1 fáz.	0,8/0,9



Obr. 18) Elektrocentrála E 6000 PA572TYH [19]

Tab. 6) Parametry elektrocentrály E 6000 PA572TYH [19]

Elektrocentrály na LPG a NG

Elektrocentrála HERON EGM 48E LPG-NG-3F - doporučená cena včetně DPH 29 490,- Kč

typ elektrocentrály: HERON EGM 48E LPG-NG-3F	
základní specifikace	
počet fází	3
napětí (V)	400/230
frekvence (Hz)	50
výkon maximální (kW)	4,8
výkon jmenovitý (kW)	4,4
hmotnost (kg)	90
akustický výkon (dB)	77
motor	
typ	4 taktní, OHV
obsah (ccm)	389
maximální výkon (kW)	8,2
spotřeba (kg/kWh)	0,320
startování	ruční+elektrické
generátor	
typ/regulace	synchronní/AVR
AC jmenovitý proud (A/V)	10,0/400; 6/230
DC jmenovitý proud (A/V)	8,3/12
účinnost 3 fáz./1 fáz.	0,8/1



Obr.19) Elektrocentrála HERON EGM 48E LPG-NG-3F [15]

Tab. 7) Parametry elektrocentrály HERON EGM 48E LPG-NG-3F [15]

Celkové zhodnocení

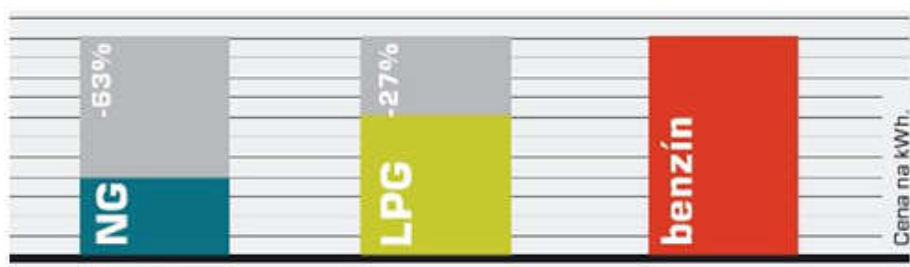
Bylo provedeno porovnání několika typů elektrocentrál v ekonomické cenové kategorii (dle zařazení výrobců), vždy pro daný typ paliva. U elektrocentrál na LPG/NG byl v ekonomické třídě nalezen pro současný český trh pouze jeden dodavatel.

I přes volbu obdobných výkonových parametrů, lze zjistit velké cenové rozpětí porovnávaných elektrocentrál. Jelikož veškeré elektrocentrály nemají k dispozici vždy plnohodnotné informace o technických a provozních parametrech, nelze tedy určit, zda vyšší cena je zárukou větší kvality. Při výběru elektrocentrál k výše uvedenému porovnání, bylo zjištěno kvalitnější a rozsáhlejší zpracování potřebných technických informací u elektrocentrál nižší cenové kategorie.

Výsledný souhrn kladů a záporů výše porovnávaných elektrocentrál je uveden v tabulce č.8. Pokud by existovalo větší zastoupení elektrocentrál na LPG/NG jak po stránce výběru typů, tak po stránce zastoupení i v profesionální kategorii, budou tyto elektrocentrály z důvodu jejich velice nízké spotřeby a ceny paliva, zcela jistě na prvním místě při použití jako mobilního záložního zdroje. Dalším kladem těchto elektrocentrál je větší šetrnost k životnímu prostředí. Emise výfukových plynů jsou až 9x nižší než vyžadují příslušné normy. Prozatím, z důvodu velkého typového výběru, jsou nejčastěji využívány elektrocentrály benzínové. Naftové elektrocentrály nejsou z důvodu své pořizovací ceny a nepatrný provozně ekonomický efekt tak často využívány. [15]

KLADY A ZÁPORY ELEKTROCENTRÁL		
	klady	zápory
Benzínové elektrocentrály	velký výběr typů nižší pořizovací cena dobré starty při nízkých teplotách	vyšší spotřeba paliva
Naftové elektrocentrály	vyšší jmenovité proudy generátoru nižší spotřeba paliva větší životnost motorů	vyšší pořizovací cena větší hmotnost horší starty při nízkých teplotách
Elektrocentrály na LPG / NG	velice nízká spotřeba paliva nízká pořizovací cena ekologické palivo	velice málo typů na českém trhu není zastoupení v profi kategorii tlaková nádoba není součástí

Tab. 8) Souhrn kladů a záporů elektrocentrál dle typu paliva



Obr. 20) Srovnání provozních úspor na 1 kWh mezi zemním plynem, LPG a benzínem [15]

3.2. Návrh volby vhodného záložního systému elektrické energie

Při volbě vhodného záložního systému, se musíme řídit několika zásadními pravidly. V první řadě je třeba určit, zda se bude jednat o stacionární či mobilní zdroj a je nutno stanovit potřebnou dobu chodu záložního zdroje v případě poruchy dodávky elektrické energie. Dále je nutno vyhodnotit, zda záložní zdroj může být spuštěn s časovou prodlevou po výpadku elektrické energie, nebo zda je nutné okamžité přepnutí na záložní napájení. U okamžitého přepínání je potřeba určit i možné škody, které mohou vzniknout při krátkodobém poklesu napájecího napětí v řádu ms a dle toho řešit i možnou volbu systému pracujícího bez jakéhokoli poklesu napájení neboli v režimu ON-line.

Dalším pravidlem, kterým se řídíme při výpočtu vhodných výkonových a kapacitních parametrů záložního zdroje, jsou technické specifikace zátěže - spotřebiče. Pro výpočty nejčastěji využíváme tyto parametry:

- příkon spotřebiče
- typ zátěže (odporová, indukční, kapacitní)
- jmenovitý proud, případně rozběhový proud
- výkyvový činitel (zkreslení)
- fázový posun - $\cos \varphi$

Všechna ostatní hlediska jako jsou např. pořizovací a provozní náklady, lze brát jako podružná a musí být potlačena v zájmu spolehlivého zamezení škodám.

Dnešní trh nabízí široký rozsah různých technologií umožňující řešit systém záložního napájení. Pro jejich volbu jsou však třeba odborné znalosti parametrů těchto zdrojů, a také pro jejich správné využití a nasazení v dané oblasti.

Záložní zdroje v domácnosti

Dříve byly záložní zdroje v domácnosti využívány velice zřídka. Pokud již byly využity, jednalo se zejména o zálohování osobního PC UPS systémem. Tyto UPS jsou pro tyto aplikace využívány i dnes a nevyžadují žádné specifické výpočty pro volbu vhodného typu UPS. Jelikož PC zdroje jsou schopny pracovat i s činitelem výkyvu 3 není potřeba žádného zvláštního typu tohoto záložního zařízení. Běžné výkonové parametry těchto UPS zdrojů se pohybují kolem 1 kW na jednu PC sestavu. Z důvodu potřeby stálé dodávky elektrické energie pro PC, je nejideálnější UPS typu ON-line, avšak i ostatní typy UPS mohou být pro některý typ sestavy PC vhodné.

V současnosti se v domácnostech, především v rodinných domech, vyskytuje další systém, který potřebuje řešit dodávku elektrickou energií v případě výpadku nebo poruchy napájecí sítě. Jedná se o napájení čerpadel topných soustav s nuceným oběhem média. V případě výpadku elektrické sítě se čerpadlo zastaví a hrozí přetopení kotle nebo krbové vložky a tím může dojít k následnému poškození topné soustavy nebo i k již zaznamenaným úrazům osob od poškozeného topného systému. Pro zálohování těchto čerpadel se nejčastěji využívají záložní zdroje pro oběhová čerpadla, které jsou vybaveny teplotním čidlem. Tím je zajištěno, že k přepínání do zálohy dochází pouze při topení a ne při každém výpadku elektrické sítě. Princip těchto záložních zdrojů je obdobný s UPS systémy. Při volbě těchto zdrojů je však nutno počítat s tím, že čerpadlo je indukční zátěž a nutno volit tento záložní zdroj s alespoň o 30 % vyšším výkonem, nežli je příkon čerpadla.



Obr. 21) UPS pro zálohování běžných PC [9]

Záložní zdroje pro malé serverové místnosti, průmyslové aplikace a zdravotnické technologie

Pro zálohování těchto zařízení je nejčastěji využíváno systémů UPS technologie ON-line s dvojitou konverzí. Jejich výkonové rozmezí se pohybuje od 1 kW do zhruba 10 kW pro jeden modul. UPS lze využít pro přímou montáž do stojanů nebo na jednoduše na zvolené místo. Tyto UPS mívají možnost paralelního spojování a rozšiřování o přídatné bateriové boxy. Taktéž řízení je možné provádět za pomoci ovládacích softwarů. Tyto záložní zdroje jsou již většinou zapojovány do pevné

elektroinstalace. Doba zálohování těmito UPS systémy se již navrhuje pro záložní provoz v řádech hodin. [14]

Pro zvýšení spolehlivosti a pro dosažení delší doby provozu v případě výpadku napájení, je možné rozšířit tento UPS systém o další stupeň zálohování. Nejčastěji bývá využito mobilních nebo stacionárních elektrocentrál s možností automatického startu. Toto opatření je však cenově náročnější a je nutno posoudit jeho přínos pro začlenění do systému zálohování.



Obr. 22) Příklad možného paralelního rozšíření UPS [14]

Záložní zdroje pro technologické, administrativní a zdravotnické objekty

Zálohování těchto objektů, je již realizováno za pomoci více druhů záložních systémů. Jako první stupeň bývá nejčastěji využito UPS systémů nebo vlastních akumulátorů obsažených u zálohovaných spotřebičů (UPS osobních PC, akumulátory telefonních ústředěn).

Druhý stupeň již tvoří výkonné ON-line UPS systémy. Tyto UPS jsou na vstupu napojeny na třífázovou elektrickou síť a výstup je proveden do rozvodu objektu. UPS jsou dimenzovány na velmi vysokou hustotu napájení, mají dvojí síťový vstup, automatický bypasse a vysokou spolehlivost. Samozřejmostí je i možné další paralelní rozšíření. Pro tyto systémy je vždy dostupný vzdálený monitoring. Výkonově jsou dosažitelné UPS v řádech až 1 MVA. [14]

Pro třetí stupeň zálohování je možné volit např. výkonné staniční elektrocentrály nebo dynamické UPS systémy. Vhodné je i možné připojení daného objektu na další rozvodnou elektrizační síť, pokud se v dané lokalitě nachází, nebo na externí mobilní elektrocentrály.



Obr. 23) Staniční UPS APC MGE Galaxy 6000, 600 kVA [14]

Příklad výpočtu požadovaného výkonu UPS

Jelikož všechny výše zmiňované možnosti zálohování vždy obsahovaly systém UPS, bude zde proveden příklad výpočtu volby vhodné konfigurace tohoto záložního zdroje pro různé druhy zátěže, které se současně mohou vyskytnout pro potřebu zálohování. Výpočtem bude určen požadavek na potřebný výkon UPS, hodnota rozběhového proudu, výkyvový činitel a $\cos \varphi$. Parametry zátěže nejsou obvykle stálé a vypočtené hodnoty jsou tedy spíše teoretické. Pro praktickou realizaci volby vhodné UPS je doporučeno vypočtené hodnoty o 10 – 20 % naddimenzovat.

Výkon systémů UPS se udává ve VA (zdánlivý výkon). Pro zjištění činného výkonu je nutné tuto hodnotu násobit účinníkem ($\cos \varphi$). Pro OFF-line UPS obvykle platí hodnota $\cos \varphi = 0,6 - 0,7$ a pro ON-line počítáme s hodnotou $\cos \varphi = 0,7 - 0,8$. [3]

Řešení výpočtu:

PARAMETRY ZÁTĚŽE OBJEKTU				
typ zátěže	příkon (VA)	výkyvový činitel	rozběhový proud (A)	$\cos \varphi$
PC, monitory	5500	3	2	0,95 kapacitní
klimatizace	3000	1,41	5	0,8 indukční
osvětlení	2500	1,41	4	0,9 indukční
různé	1500	2	1	1,0 odporová

Tab. 9) Příklad parametrů zátěže pro teoretický objekt

Výpočet potřebného výkonu: provádí se součtem příkonů jednotlivých spotřebičů, hodnoty příkonu musí být ve VA (zdánlivý výkon).

$$\text{výkon UPS} = 5500 \text{ VA} + 3000 \text{ VA} + 2500 \text{ VA} + 1500 \text{ VA} = \underline{12500 \text{ VA}}$$

Výpočet výkyvového činitele: určí nám maximální možný výkyvový činitel pořizované UPS.

$$\text{výkyvový činitel} = [(5500 \text{ VA} \cdot 3) + (3000 \text{ VA} \cdot 1,41) + (2500 \text{ VA} \cdot 1,41) + (1500 \text{ VA} \cdot 2)] / 12500 \text{ VA} = \underline{2,18}$$

Výpočet rozběhového proudu: určí nám rozběhový proud, neboli přetížení, které musí být schopna UPS krátkodobě vydržet.

$$\text{rozb. proud} = [(5500 \text{ VA} \cdot 2 \text{ A}) + (3000 \text{ VA} \cdot 5 \text{ A}) + (2500 \text{ VA} \cdot 4 \text{ A}) + (1500 \text{ VA} \cdot 1 \text{ A})] / 12500 \text{ VA} = \underline{3 \text{ A}}$$

$$\text{rozb. proud max} = 3 \text{ A} \cdot 1,414 = \underline{4,242 \text{ A}}$$

Výpočet fázového posuvu: určí nám výsledný fázový posuv všech spotřebičů a typ zátěže.

$$\cos \varphi = \{[(5500 \text{ VA} \cdot 0,05) - (3000 \text{ VA} \cdot 0,2) - (2500 \text{ VA} \cdot 0,1)] / 12500 \text{ VA}\} + 1 = \underline{0,954 \text{ induktivní}}$$

Při nákupu nové UPS pro teoretický objekt řešený v tomto příkladě, je zapotřebí UPS o minimálním výkonu 12,5 kVA, s výkyvovým činitelem do 2,18, s možností minimálního rozběhového proudu 4,25 A pro induktivní typ zátěže s $\cos \varphi$ 0,95. [3]

4. Záložní systém napájení objektu telekomunikací SD a.s.

4.1. Středisko telekomunikací SD a.s. lokalita Bílina

Severočeské doly a.s. jsou těžební společnost, zabývající se povrchovou těžbou hnědého uhlí. Tato společnost je rozdělená na dvě těžební lokality, které jsou od sebe vzdáleny zhruba 50 km. Jedná se o lokalitu Bílina, nazývanou Doly Bílina a lokalitu Tušimice, nazývanou Doly Nástup Tušimice. V této kapitole bude řešeno provedení zálohování dodávky elektrické energie pro telekomunikační systémy v lokalitě Bílina.

Jelikož jsem i zaměstnancem této společnosti a rovněž pracuji jako technik tohoto střediska, bude většina níže uvedených informací v této kapitole čerpána především z vlastní praxe, získané v telekomunikacích této společnosti.

Telekomunikační středisko, popisované v této práci, bylo jako objekt telefonní ústředny vybudováno v roce 1989. Zpočátku bylo využíváno výhradně jako telefonní ústředna, avšak s většími požadavky dolu, se začala telefonní ústředna rozšiřovat o další technická zařízení.

Hlavní částí tohoto střediska je telefonní ústředna MD110 složená z šesti LIMů, z nichž čtyři jsou umístěny na centrálním sále ústředny a dva na vzdálených pracovištích. Ústředna MD110 je pořízena v roce 1991 a poskytuje možnost analogové, digitální i IP telefonie. V předloňském roce byla up-gradována na verzi BC13. Nutno podotknout, že přes relativní stáří tohoto zařízení, lze dnes běžně dokoupit nový hardware do stávajících LIMů a tím dále rozšiřovat stávající systém. Od roku pořízení pracuje tato ústředna i s původními napájecími zdroji, u kterých byl řešen pouze problém s vadným spínačem na elektronické pojistce. K telefonní ústředně jsou dále přiřazeny systémy, které umožňují sledovat hovory směřující mimo telefonní síť SD a umožňují provádět shromažďování dat, potřebných pro následné vyúčtování jednotlivých hovorů externích firem a zaměstnanců SD. V rámci zkvalitnění služeb, je ústředna vybavená externím systémem hlasové pošty, pro záznam hovorů v době nepřítomnosti u telefonního přístroje. Tato zařízení jsou součástí centrálního sálu ústředny.

Potřeba nutnosti komunikace se zaměstnanci v místech, kde nelze provozovat klasické telefonní spojení, přinesla v roce 1996 vybudování radioreléové sítě Ericsson MRS 5000. Řídící a vyhodnocovací prvky tohoto systému jsou umístěny taktéž v centrálním sále telefonní ústředny. Systém Ericsson MRS 5000 se skládá z 8 základnových stanic, které jsou umístěny v prostorách lomu. Jedná se o dvě stanoviště, vždy po 4 základnových stanicích. Tento systém pracuje v pásmu VKV na frekvenci 164-168 MHz. Vybudování této sítě sebou přineslo dle báňských předpisů i nutnost

monitoringu a záznamu provozu sítě. Tyto zařízení jsou umístěny také na centrálním sále telefonní ústředny.

V současné době se Doly Bílina rozšířily o další zařízení, které již není zcela z oblasti telekomunikací. Jedná se o kamerový systém, který se skládá ze 150 kamer a 6 serverů, z nichž dva jsou umístěny také na centrálním sále ústředny. Z hlavního počítače kamerového systému, umístěného taktéž na sále ústředny, lze dálkově administrovat a nastavovat veškeré servery a kamery umístěné na Dolech Bílina. Mezi poslední novinku tohoto systému lze zařadit 17 termovizních kamer, střežících hranice lomu.

Toto jsou hlavní systémy patřící pod středisko telekomunikací. Samozřejmě, že tato zařízení se neobejdou bez 2U stojanů zaplněných nejrůznějšími sloty pro optické kabely, PCM převodníky, modemy, atd..

Tyto veškeré výše zmiňované systémy, však nelze provozovat bez elektrické energie. Následující kapitoly, budou zaměřeny na zajištění dodávky elektrické energie, a to i v době, kdy se jedná o krátkodobý nebo i dlouhodobý výpadek elektrické sítě.

4.2. Historie záložního napájení střediska telekomunikací

V době výstavby telefonní ústředny byl pro tento objekt navržen přívod elektrického proudu kabelovým vedením 400/230 V, v provedení AYKY 4Bx50 mm² z blízké trafostanice. V současné době je vyřešena i rezervní kabelová trasa ze stejné trafostanice, avšak z jiného transformátoru. Přívod je proveden shodným způsobem. Přepínání mezi těmito přívody je zajištěno ve venkovním pilíři PR17.1. a je automatické.

Pro případné krátkodobé výpadky proudu, byly některé systémy centrálního sálu do roku 2009 zálohovány jednotlivými UPS záložními zdroji. Celkem se jednalo o 6 kusů UPS různých výrobců a výkonových rozsahů. Na jednotlivých UPS zdrojích byly zaznamenány dva hlavní problémy.

Mezi hlavní problém patřila životnost akumulátorů. Protože se jednotlivé záložní zdroje pořizovaly vždy v době instalace nového zařízení nebo PC, nebyla doba pořízení těchto UPS zdrojů jednotná. Tím pádem stáří akumulátorů vykazovalo rozdílné hodnoty kapacity a dodávaného proudu. V případě výpadků elektrické energie, nebylo možné určit přesnou dobu chodu jednotlivých zařízení. Byla absence centrálního informačního ukazatele o stavu záložní energie v akumulátorech a zbývajících době chodu na záložní systém. V případě realizace obměny vadných akumulátorů, se mnohdy cena originálního akumulátoru blížila pořizovací ceně nové UPS.

Druhým vážným problémem se stala vybavovací doba starších UPS. Jelikož některé starší UPS nedokázaly napájet v provozu ON-line, staly se častým problémem krátkodobé podpětí, které starší UPS zdroje nedokázaly vhodně vyhodnotit. Zařízení na těchto zdrojích často vypínaly v době, kdy probíhaly důležité relace, někdy i s následkem nemožnosti opětovného spuštění zařízení.

Tyto dva hlavní problémy se staly podnětem k vybudování centrálního záložního systému pro krátkodobé výpadky proudu.

V případě dlouhodobého výpadku byla ústředna vybavena motorgenerátorem Honda EZ 2200 s parametry 2,0 kW/230 V. Jeho výkon se však z důvodu přibývání nových a energeticky náročnějších systémů stal nedostatečný a v roce 2007 byla proto pořízena nová výkonná elektrocentrála GENMAC Combiplus 7800RE s parametry 6,4 kW/400 V a 5,0 kW/230 V. Za zmínku stojí startovací akumulátor, který v průběhu prvního roku životnosti elektrocentrály, zcela přestal pracovat. V případě realizace automatického startování v době dlouhodobého výpadku, by tento systém zálohy tedy zkolaboval.

4.3. Současný systém záložního napájení střediska telekomunikací

Z výše zmiňovaných důvodů, došlo v roce 2009 k pořízení centrální UPS stanice pro krátkodobé výpadky a napěťové špičky. Při volbě vhodné UPS, byl důraz kladen na tři důležité parametry.

Prvním z nich se stala doba provozu v případě výpadku proudu. Zařízení na sále ústředny nutné k zálohování z UPS systému, mají při maximálním možném odběru příkon 570 W (zapnuté veškeré LCD monitory) a při režimu sledování (tj. monitory ve St-by) příkon 435 W. Jelikož centrální sál nemá automatické přepínání na motorgenerátor, zvolila se potřebná doba provozu z UPS na cca 1 hodinu, což je dostatečná doba pro ruční spuštění motorgenerátoru. Tohoto bylo dosaženo rozšířením hlavní UPS o 2 akumulátorové bloky.

Druhým parametrem byla možnost provozu v ON-LINE režimu. Krátkodobá podpětí vznikající v důsledku důlní činnosti, byla již často důvodem poškození zařízení připojených do místní elektrické sítě centrálního sálu ústředny. Podpětí a přepětí vznikající v síti, je častý problém pro spínané zdroje umístěné dnes již snad v každém PC nebo elektronickém zařízení. Tyto zdroje, které pracují nepřetržitě několik let, mívají již jiné parametry, nežli v době pořízení (např. ztráta kapacit kondenzátorů). V případě napěťových špiček nedokáží tedy vhodně regulovat požadované výstupní napětí, což může být příčinou poškození např. základní desky PC.

Třetím důležitým parametrem pro volbu vhodné UPS, se stalo servisní zastoupení dané značky v ČR, díky které budeme moci řešit případné záruční i pozáruční opravy.

Po zvážení veškerých podmínek, byla vybrána UPS od firmy GE Digital Energy. Jednalo se o model GE VH 1500, který je osazen akumulátorem o kapacitě 9 Ah a dva dodatečné akumulátorové boxy model VH Series. Každý akumulátorový box má kapacitu 14 Ah. Celková kapacita pořízené UPS sestavy tedy činí 37 Ah. Záruční doba na danou sestavu byla poskytnuta na 3 roky včetně akumulátorů.

Pro dlouhodobý výpadek proudu je telefonní ústředna vybavena záložní elektrocentrálou GENMAC Combiplus 7800RE. Jedná se o třífázový benzínový generátor s parametry 6,4 kW/400 V a 5,0 kW/230 V. Tento záložní zdroj je uváděn do chodu obsluhou, pomocí elektrického startéru nebo pomocí startovacího lanka. Motorgenerátor je schopen dodávat již více elektrické energie než první stupeň záložního systému, v našem případě UPS a je tedy možno zabezpečit kompletní dlouhodobé napájení veškerých systému na objektu telefonní ústředny. Pro elektrocentrálu je vybudována vlastní místnost v objektu telefonní ústředny s odvodem spalin z výfukového potrubí.

V případě dlouhodobého výpadku proudu, nemá středisko telekomunikací vybudován žádný systém, který by automaticky přepnul první stupeň zálohy (UPS) na druhý stupeň (elektrocentrálu). V této bakalářské práci, bude řešeno možné zautomatizování tohoto cyklu.

4.3.1. Přehled zařízení umístěných na centrálním sále telefonní ústředny Dolů Bílina

Centrální sál telefonní ústředny je osazen systémy, které jsou potřebné zálohovat jak UPS systémem a elektrocentrálou, tak i systémy, které mají své vlastní výkonné akumulátory s výdrží několika hodin a vyžadují zálohování pouze elektrocentrálou. Následující tabulka poskytne ucelený přehled požadavků na zálohování elektrickou energií.

Z níže uvedené tabulky je zřejmé, že hlavní systém telekomunikací, tj. telefonní ústředna MD110, není zálohována v prvním stupni přes UPS, ale má vlastní záložní akumulátory. Z důvodu zajištění nepřetržitého provozu a vyššího odběru elektrické energie, je tento systém řešen tímto způsobem. Ústředna MD110 je napájena zdroji o jmenovitém napětí 48 V. Záložní zdroj tvoří bezúdržbové akumulátory 12 V/ 100 Ah (8 ks). Akumulátory jsou zapojeny ve dvou paralelních větvích, vždy se čtyřmi akumulátory v sérii pro dosažení napětí 48 V. Celková kapacita tedy činí 200 Ah. Těmito akumulátory je možné napájet ústřednu i v době maximální špičky provozu, tj. v pracovní dny mezi 6-14 hodinou, po dobu minimálně 8 hodin. Poté již začne jmenovité napětí na akumulátorech klesat pod hodnotu 48 V a je třeba zajistit napájení ústředny jiným způsobem.

Ostatní systémy mající vlastní záložní zdroj, nejsou napojeny na centrální UPS z následujících důvodů. Centrální řízení radioreléového systému Ericsson MRS 5000, má nové akumulátory

o kapacitě 28 Ah. Po skončení životnosti těchto akumulátorů bude provedeno přepojení na zálohování z centrálního UPS systému. Další zařízení, které není napojeno na centrální UPS, je kamerový systém. Tento systém byl dodán v době, kdy centrální UPS již byla pořízena a stávající kapacita této UPS by nebyla pro toto zařízení v této konfiguraci dostatečná. Je využíváno tedy pouze zálohování z vlastní UPS a elektrocentrály.

Výhodou pořízené centrální UPS je možnost rozšíření o akumulátorové boxy s potřebnou kapacitou a tím pádem možnost zapojení dalších zařízení pod jednotnou záložní síť UPS.

SYSTÉMY STŘEDISKA TELEKOMUNIKACÍ DOLŮ BÍLINA			
Název zařízení	Zálohování vlastním akumulátorem/výdrž (h)	Zálohování centrální UPS	Zálohování elektrocentrálou
Telefonní ústředna MD110	ANO (200 Ah) / 8	NE	ANO
PC pro programování ústředny MD110	NE	ANO	ANO
2x PCM vzdálených LIMů ústředny MD110	NE	ANO	ANO
2x PC záznamu hovorů mimo síť SD a.s.	NE	ANO	ANO
PC hlasové pošty Woice Wave	NE	ANO	ANO
Centrální řízení radioreléového systému Ericsson MRS 5000	ANO (28 Ah) / 4	NE	ANO
PC sledování a vyhodnocování hovorů systému MRS 5000	NE	ANO	ANO
Záznamové zařízení Redat pro MD110 a MRS 5000	NE	ANO	ANO
Kamerový systém DB	ANO (vlastní UPS) / 1	NE	ANO
Zdroje pro modemy a scannery	NE	ANO	ANO

Tab. 10) Přehled systémů umístěných v objektu telekomunikací Dolů Bílina

4.3.2. Specifikace UPS GE VH 1500 v síti TÚ

UPS řady VH společnosti GE Digital Energy je VFI (napětí a frekvence nezávislé na vstupu) ON-line dvoukonverzní, inteligentní a vysoce výkonná UPS určená pro ochranu všech kritických aplikací. Tato řada UPS s unikátním bypasseem odolným proti poruchám poskytuje spolehlivé napájení spolu s maximálním zabezpečením provozu. UPS řady VH jsou navrženy také tak, aby umožňovaly

maximální flexibilitu stanoviště. Umožňuje samostatnou instalaci nebo instalaci do 19“ stojanu. Akumulátory jsou klíčovou součástí každého UPS systému. Unikátní systém správy akumulátorů Superior Battery Management společnosti GE zajistí, že bude tato klíčová součást za všech okolností maximálně chráněna. Kdykoliv je akumulátory potřeba vyměnit, je tato procedura snadná, bezpečná a lze ji provést bez nutnosti odpojení kritických zátěží.

Jako volitelná výbava je k dispozici snadno instalovatelná karta rozhraní s RS232, USB portem a rozhraním s kontakty. K dispozici je také volitelná SNMP karta. Provoz ve vzdálených nebo bezobslužných stanovištích lze snadno koordinovat prostřednictvím standardních funkcí vzdáleného monitoringu. [20]

Model	VH 700	VH 1000	VH 1500	VH 2000	VH 3000
Jmenovitý výkon (VA/W)	700/490	1000/700	1500/1050	2000/1400	3000/2100
Formát	Tower/Montáž do stojanu				
Rozsah vstupního napětí (70% zátěž)	130 – 280 V				
Rozsah vstupní frekvence	45 – 66 Hz				
Záložní doba při 50% / 750 zátěži (minuty)	30/16	24/11	16/8	20/11	16/8
Výstupní účinnk	1 při standardní zátěži (70%)				
Výstupní napětí	220/230/240 V +/- 2%, volitelné z čelního panelu				
Výstupní frekvence	50 / 60 Hz, volitelné z čelního panelu				
Počet zásuvek IEC 320	2	4	4	6	6 & 1x 16A
DC konektor		✓	✓	✓	✓
Velikost skříně	440 (19") x 87 (2U) x 472mm			440 (19") x 87 (2U) x 547mm	
Čistá váha včetně baterií (kg)	18,3	18,3	19,3	31,3	33,3
Záruka	3 roky včetně baterií				
Volitelné vybavení					
Přídavné bateriové sady		✓	✓	✓	✓
Manuální servisní bypass	✓	✓	✓	✓	✓
Zásuvná reléová karta	✓	✓	✓	✓	✓
Zásuvná SNMP karta	✓	✓	✓	✓	✓

Provozní charakteristiky

Provozní teplota : 0 až 40°C
 Relativní vlhkost : 95% nekondenzující
 Hlučnost : <45 dB(A)

Obecná konstrukční kritéria

Bezpečnost : EN 62040-1; IEC 60950
 EMC : EN 62040-2
 Krytí : IP20

Komunikační rozhraní

USB
 RS232
 Alarmové kontakty
 SNMP

Tab. 11) Technické specifikace UPS řad VH700 – VH3000 [20]



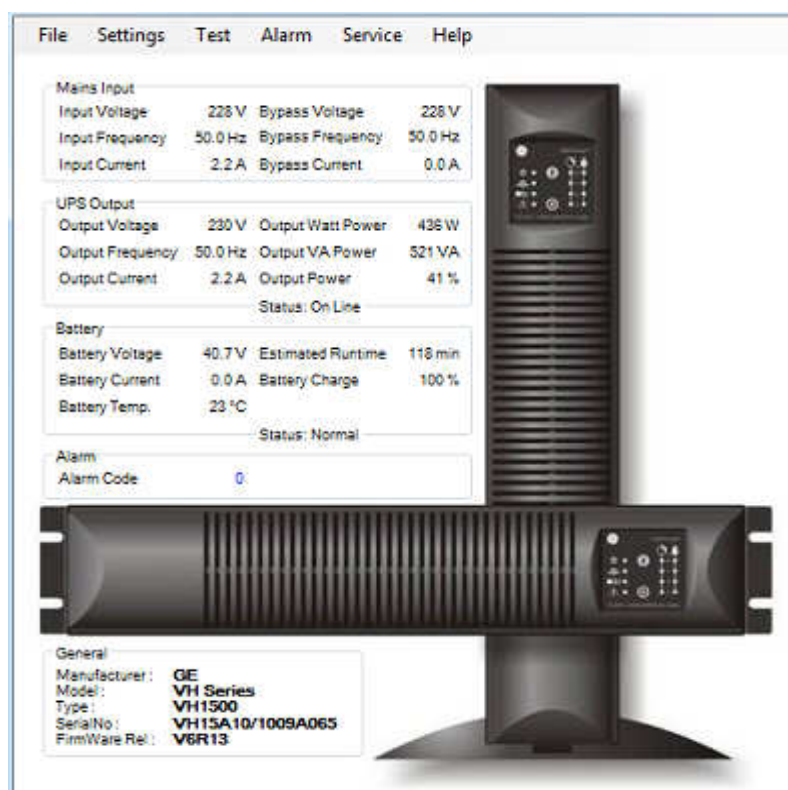
Obr. 24) Sestava centrální UPS a přídatných akumulátorových boxů na středisku TÚ

UPS řady VH je nutné po jejím prvním spuštění správně nakonfigurovat. Toto se provádí za pomoci volně přístupného programu *VH Series Config Tool*. Pokud sestava obsahuje přídatné akumulátorové boxy, je nutné celkovou kapacitu zaznamenat v menu *Setting*, z důvodu správného propočtu doby chodu v případě výpadku proudu. Z praxe je vyzkoušeno, že pokud zůstane základní nastavení na 9 Ah, upozorňuje UPS již po 15 minutách vybité akumulátory i přes jejich 70% nabití.

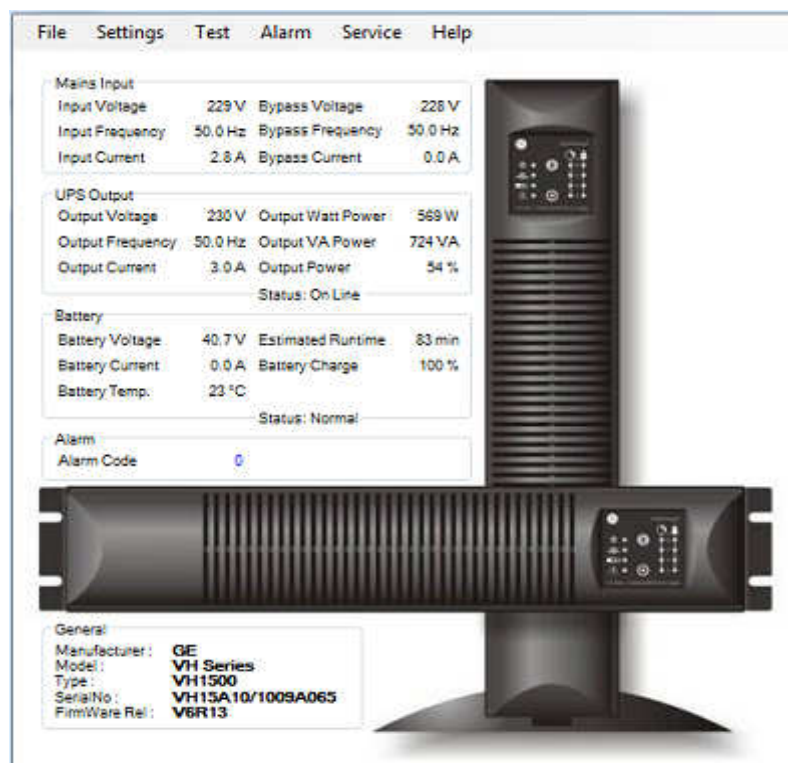
Následující obrázky zobrazují skutečné hodnoty UPS systému na sále telefonní ústředny, při různých režimech zátěže a napájení sítě. Hodnoty pořízeny pomocí výše zmiňovaného softwaru s připojením přes port USB netbookem HP Mini 5102.

Legenda k níže přiloženým obrázkům

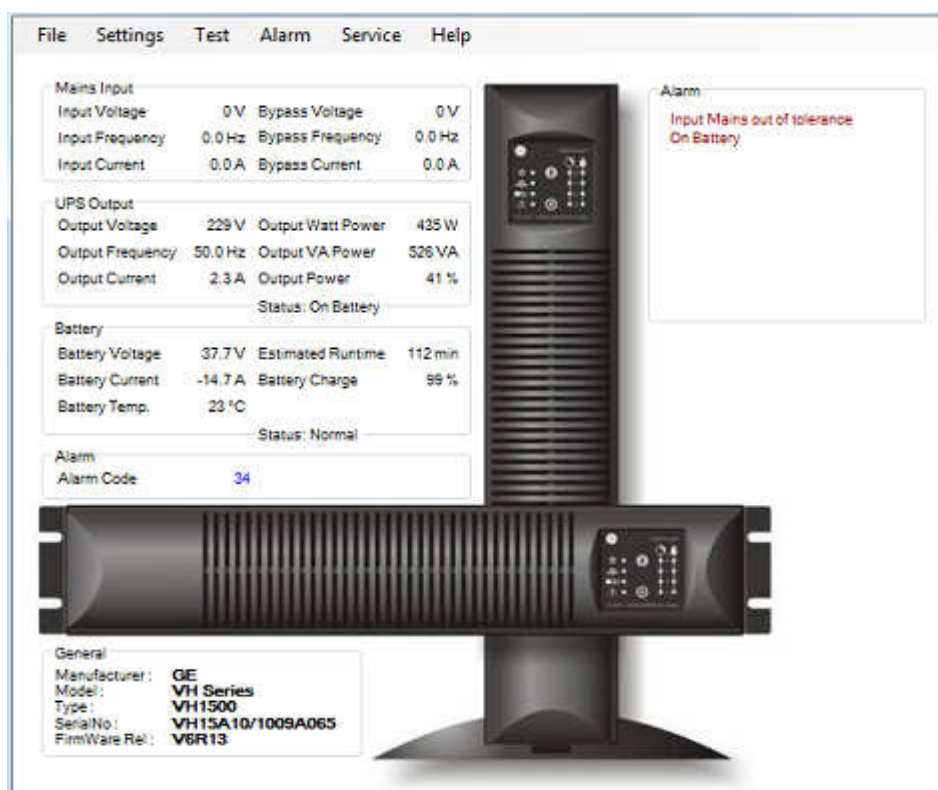
- režim sledování – veškeré PC na hlavním sále TÚ jsou v režimu „spánku“ a jejich monitory jsou vypnuté
- režim maximálního odběru – veškeré PC na sále TÚ pracují s programy nainstalovanými pro účely jejich využití a monitory jsou spuštěny
- napájení sítě 230 V – vstup UPS stanice je napájen 230 V z hlavního rozvodu, bezporuchový stav
- napájení sítě 0 V – vstup UPS stanice není napájen 230 V z hlavního rozvodu, poruchový stav



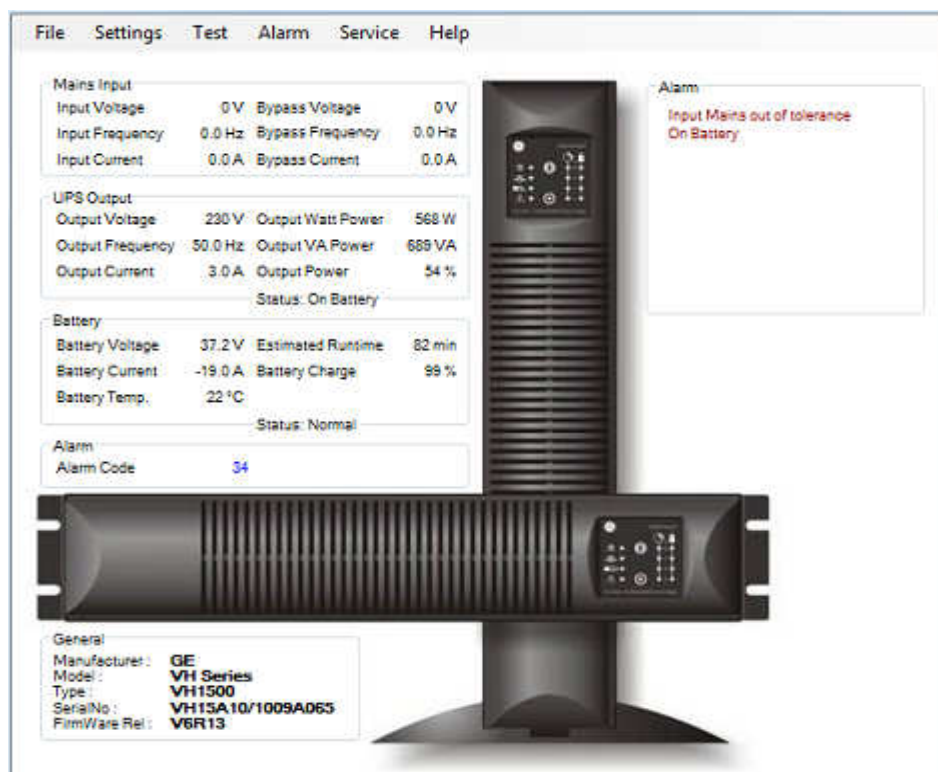
Obr. 25) Stav UPS: napájení sítě 230 V, zátěž v režimu sledování



Obr. 26) Stav UPS: napájení 230 V, zátěž v maximálním odběru

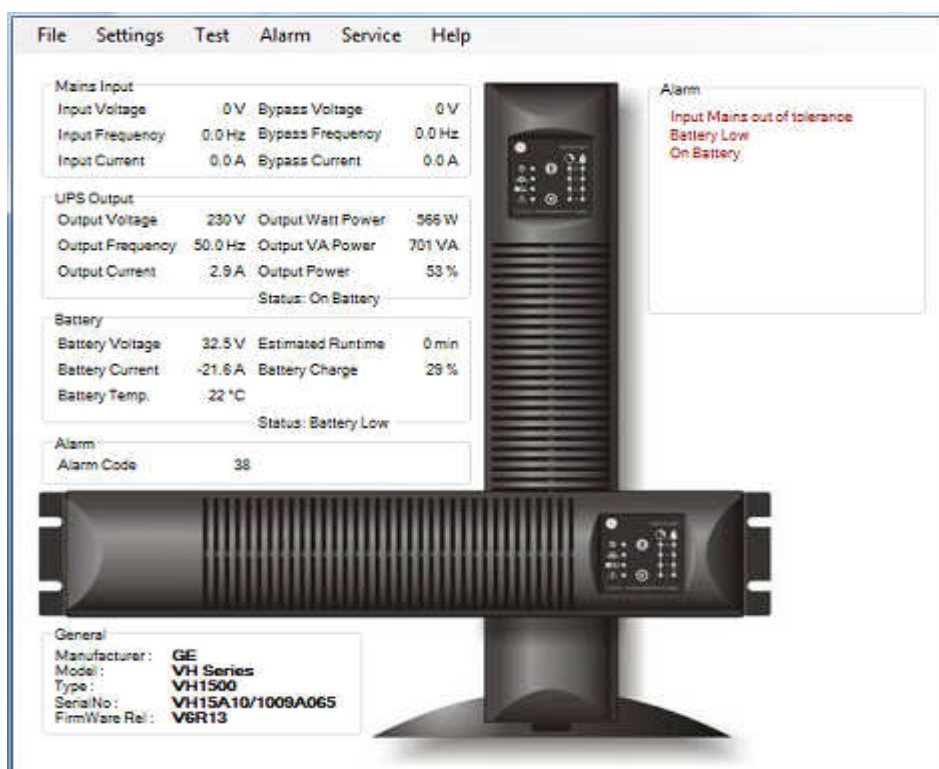


Obr. 27) Stav UPS: napájení 0,0 V, zátěž v režimu sledování



Obr. 28) Stav UPS: napájení 0,0 V, zátěž v maximálním odběru

V Listopadu 2011 bylo provedeno testování nainstalované UPS po jejím dvouletém provozu. Při porovnání udávaných hodnot doby výdrže (*Estimated Runtime*) v ovládacím programu a skutečného naměřeného času, byla tato doba v každém režimu vždy dodržena. Celkem se uskutečnily tři měření. Každý cyklus obsahoval dva stavy zátěže výstupu UPS (režim sledování, maximální zátěž) při beznapěťovém stavu na vstupu do UPS. Tyto tři cykly měření byly provedeny vždy s odstupem 24 hodin. Při každém měření byl zjištěn stav, kdy zbývajících čas chodu UPS byl již 0 minut a kapacita akumulátorů činila 29 %. V tomto stavu se ponechala UPS dalších 10 minut a kapacita následně klesla na 18 %. Akumulátory nebyly ponechány, aby dosáhly kapacity 1 %, z důvodu možného vypnutí systémů zapojených přes UPS. Nabíjení akumulátorů ze stavu 18 % kapacity do úplného nabití trvalo přibližně 8-9 hodin.



Obr. 29) Stav UPS: napájení 0,0 V, zátěž v max. odběru, zbývajících čas 0 min, akumulátory 29 %

Závěrem lze říci, že rozdíl výstupní zátěže 140 W mezi oběma stavy, se projevil rozdílným časem výdrže v délce zhruba 30 minut. Skutečná doba provozu v režimu sledování je tedy minimálně 122 minut a v režimu maximálního odběru minimálně 92 minut (měřeno při stáří akumulátorů 2 roky).

4.3.3. Specifikace motorgenerátoru GENMAC Combiplus 7800RE v síti TÚ

Středisko telekomunikací využívá jako druhý stupeň zálohování instalovaných systémů elektrocentrálu GENMAC Combiplus 7800RE s parametry 6,4 kW/400 V a 5,0 kW/230 V. Pro její umístění byla zvolena místnost s instalovaným odvětráváním a vývodem pro výfukové plyny. Spouštění se provádí za pomoci obsluhy pomocí elektrického startéru nebo startovacího lanka. V provozu bývá obvykle 2-3x za rok, v případě plánovaných odstávek dodávky elektrického proudu.

Spotřeba elektrocentrály je dle výrobce 2,4 litrů na hodinu při 75 % zatížení. Jelikož je objem palivové nádrže 19 litrů, můžeme využívat tento záložní zdroj přibližně 8 hodin bezobslužně. V době chodu elektrocentrály dochází rovněž k dobíjení centrální UPS a akumulátorů.

Elektrocentrála umístěná v objektu telekomunikací Dolů Bílina, má hlavní rozdíl proti centrální UPS v zapojení do elektrické sítě budovy. Centrální UPS má vybudovaný vlastní zálohovaný rozvod na hlavním sále ústředny, v porovnání s elektrocentrálou, která je schopna napájet veškerý elektrický rozvod objektu. Ačkoliv instalovaný výkon generátoru je 6,4 kW/400 V a běžná spotřeba elektrické energie objektu byla změřena na 5 kW, je nutné provést omezení výkonové zátěže během jeho chodu. Spotřebiče umístěné v objektu TÚ jsou převážně indukčního a kapacitního charakteru, pro které je nutné více výkonově naddimenzovat záložní elektrocentrálu. Tyto potřebné výkonové parametry současná instalovaná elektrocentrála nemá. Z těchto důvodů je vždy spotřeba elektrické energie omezena pouze na nejnutnější úkony.

V následující tabulce budou uvedeny technické parametry této elektrocentrály. V současné době je již nahrazena typem 7900RE o vyšším výkonu.

Motor	čtyřtaktní, rozvod OHV, benzinový
Motor	EH 41
Napětí	400/230 V
Hmotnost	98 kg
Objem	404 cc
Max. výkon	8000 VA / 5000 W
Frekvence	50 Hz
Proud	15 / 22 A
Značka	Subaru
Olejevý senzor	Ano
Max. výkon motoru	13,5 HP
Rozměry	810x550x590 mm
Použitelné palivo	Natural 95
Objem palivové nádrže	19 litrů
Krytí	IP 23
model	7800RE

Tab. 12) Technické parametry elektrocentrály GENMAC 7800RE [21]



Obr. 30) Elektrocentrála GENMAC Combiplus 7800RE

5. Návrh zvýšení spolehlivosti rezervního napájení střediska telekomunikací

5.1. Rekapitulace současného stavu v síti TÚ

V současné době je hlavní napájení TÚ SD a.s. provedeno kabelovým vedením 400/230 V z místní trafostanice PR1 v provedení AYKY 4Bx50 mm². Toto vedení má řešenou i rezervní kabelovou trasu ze stejné trafostanice, avšak z jiného transformátoru. Přepínání mezi těmito přívody je zajištěno ve venkovním pilíři PR17.1. a je automatické. V současné době se neuvažuje o provedení dalšího rezervního napájení z jiné trafostanice a to ani kabelovým vedením či závěsným vedením. Vybudováním další napájecí trasy pro objekt TÚ, by došlo zcela jistě ke zvýšení zálohovatelnosti tohoto objektu.

V případě výpadku elektrické energie z obou transformátorů jsou veškerá důležitá zařízení zálohována centrální ON-line UPS nebo vlastními akumulátory. Jelikož se jedná o záložní zdroje, které jsou tvořeny chemickými články potřebující zpětné dobíjení, je doba zálohování odvislá od zatížení těchto zdrojů. Instalovaný UPS systém je schopný při plném zatížení dodávat elektrickou energii do sítě hlavního sálu TÚ přibližně 1,5 hodiny a záložní akumulátory pro ústřednu MD110 jsou schopny zálohovat po dobu minimálně 8 hodin v maximálním zatížení.

V dalším stupni zálohování je pro tento objekt využívána elektrocentrála GENMAC 6,4 kW, která je již schopna napájet celou elektrickou síť budovy. Z důvodu zaručení bezporuchovosti tohoto napájení, jsou však v případě spuštění elektrocentrály vypnuty spotřebiče, jež mají velký jmenovitý výkon. Jedná se především o klimatizační jednotky.

Spuštění elektrocentrály a přepnutí hlavního přepojovače v rozvaděči na centrálním sále TÚ, je však řešeno pomocí obsluhy TÚ. Jedná se o zásadní problém v systému zálohování tohoto objektu. V další části této práce bude proveden technický návrh řešení tohoto problému.

5.2. Návrh řešení

Jelikož není zvažována varianta záložního napájení z jiné trafostanice ani další rozšíření stávající UPS, bude návrh řešení zvýšení spolehlivosti zálohování objektu TÚ zaměřen na vytvoření automatiky pro spínání a startování instalované elektrocentrály.

Pro tento návrh, je nutno provést několik technických úprav. V první řadě je nutno vybavit elektrocentrálu systémem pro automatický start. Jelikož elektrocentrála nemá provedenou přípravu pro panel automatického startu, je nutno jí tímto panelem také vybavit. Instalace tohoto panelu je prováděna dodavatelem této elektrocentrály. Dále je nutné provést instalaci přepínacího panelu, kterému je třeba přizpůsobit stávající systém ručního přepínání v elektrorozvodné skříni hlavního sálu TÚ. Tento panel je vhodné volit s funkcí sledující obnovení dodávek elektrické energie, aby nedocházelo k chodu elektrocentrály i v době již bezporuchového stavu. Tyto panely však bývají řádově o 20-30 % dražší.

V případě automatického přechodu na elektrocentrálu, není nutno řešit otázku vypnutí klimatizačních jednotek, protože při výpadku elektrického proudu jsou napájeny přes UPS a akumulátory pouze důležité systémy TÚ, k nimž klimatizace nepatří. V případě výpadku elektrické energie tedy dojde k automatickému vypnutí klimatizací, jejichž opětovné zapnutí je možné pouze obsluhou. Teplota v místnostech vybavených klimatizacemi, je sledována čidly teploty, které zasílají údaje na centrální sál IT Help-desk. Při případném velkém zvýšení teploty v klimatizovaných prostorách, je vždy kontaktována obsluha TÚ, která provede patřičná opatření.

Pro řešení návrhu automatizace elektrocentrály GENMAC, byla vybrána společnost STAMP UNI s.r.o. Po provedení průzkumu trhu firem, které se zabývají těmito systémy, dodala tato společnost nejvíce informací k danému problému, provedla okamžitou cenovou kalkulaci a byla ochotna provést veškeré úpravy na místě instalované elektrocentrály.

5.3. Technické specifikace navrhovaného řešení

Pro verzi elektrocentrály GENMAC Combiplus 7800RE je možné volit ze dvou typů automatických panelů. Jedná se o panel ATS L6, který však nemá funkci Total Stop a umožňuje sledování pouze jedné fáze a panel ATS L5 s funkcí Total Stop a sledováním všech fází. Pořizovací cena ATS L6 je 14 900,- Kč bez DPH a cena ATS L5 je 19 900,- Kč bez DPH. Jelikož panel ATS L5 nabízí komfortnější vybavení, bude pro návrh řešení vybrán tento panel.

Technické specifikace ATS L5

Automatický panel ATS L5 (TE805) poskytuje dva možné režimy řízení. Jedná se o režim ručního nebo automatického ovládání. Při ručním režimu lze elektrocentrálu spustit (nastartovat) a je možné přepínat zátěž ze sítě na generátor a opačně. V automatickém režimu, je ovládání zcela řízeno automatickým panelem. Dále lze využívat funkci TEST, která provádí kontrolu celého systému záložního zdroje, včetně výpisu možných alarmů vyskytujících se během testování. Ovládací panel ATS L5 dokáže zobrazovat až 39 alarmů týkajících se provozu elektrocentrály a napojené elektrické sítě. Nižší verze automatického panelu (ATS L6), disponuje výpisem pouze 15 možných alarmových hlášení.

Při použití tohoto panelu, je možné provést široký rozsah úprav parametrů elektrocentrály. Jedná se o nastavení řízení motoru, startování motoru, stav akumulátoru, řízení sítě a generátoru, ochrana generátoru, testování a údržba, komunikace a případné další nastavení.

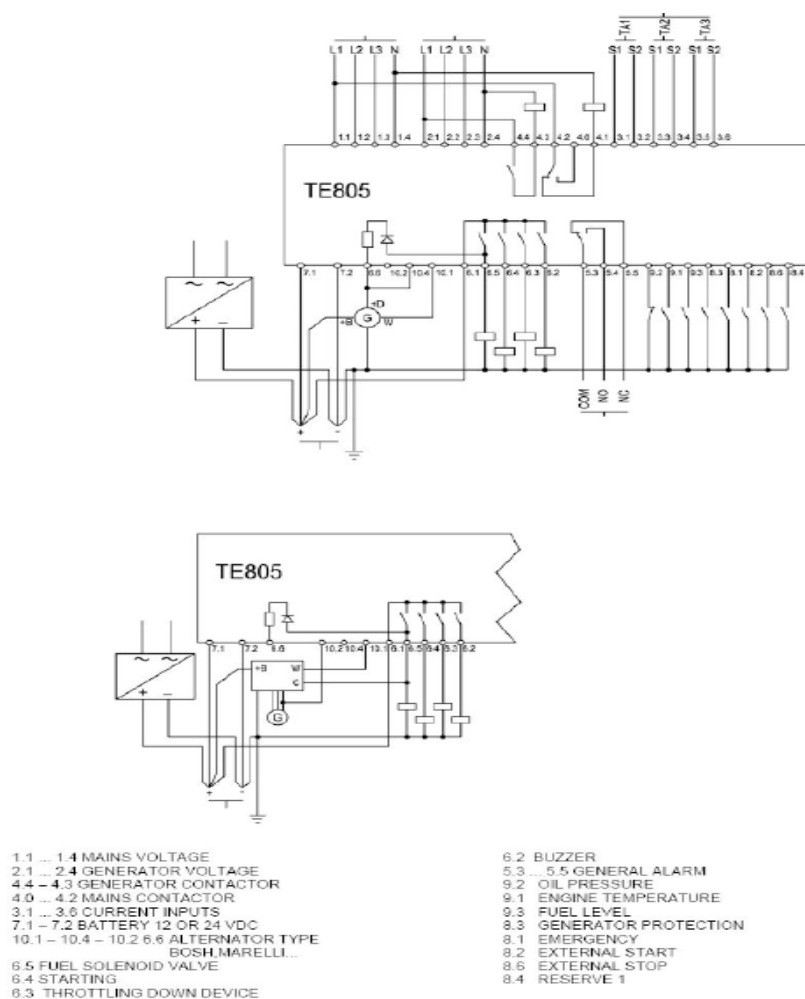
Technical Characteristics for Electronic circuit

Battery rated voltage	12 or 24VDC without distinction
Maximum current absorbed	250mA at 12VDC and 125mA at 24VDC
Maximum power consumption/dissipation	3W
Functioning range	9÷35VDC
Stand-by current	...mA to 12VDC and ...mA to 24VDC
Digital input	
Input type	negative
Current input	8mA
Low input signal	≤1,5V (typical 2,9V)
High input signal	≥5,3V (typical 4,3V)
Input signal delay	≥50ms
Speed input "w" (terminal 2.3)	
Input type	Coupling AC
Voltage range	5÷50Vpp
Frequency range	40÷2000Hz
Input (500rpm) battery charger alternator with permanent magnets (terminal 2.1)	
Functioning range	0÷40VAC
Input (500rpm) for pre-excited battery charger alternator (terminal 2.2)	
Functioning range	0÷40VDC
Maximum input current	12mA
Maximum voltage at +D terminal	12 o 24VDC (battery voltage)
Pre-excitation current	170mA at 12VDC or 130mA at 24VDC
Relay output for generator contactor terminals 5.1-5.2 (voltage free)	
Contact type	1 NO
Utilization category	B300 30VDC 1A Auxiliary service
Voltage use	250VAC rated (440VAC max)
Rated capacity at 250VAC	8A in AC1 (2A in AC15)
Relay output for mains contactor terminals 5.3-5.4-5.5 (voltage free)	
Contact type	1 in switching
Category rating	B300 30VDC 1A Auxiliary service
Voltage use	250VAC rated
Rated capacity at 250VAC	8A in AC1 (2A in AC15)
Relay output terminals 4.1-4.2-4.3 (voltage free)	
Contact type	1 in switching
Category rating	B300 30VDC 1A Auxiliary service
Voltage use	250VAC rated
Rated capacity at 250VAC	8A in AC1 (2A in AC15)
Relay output terminal 4.5-4.7-4.8-4.9 (Voltage on + battery)	
Contact type	1 NO for relay and terminal in common
Category rating	30VDC 1A Auxiliary service
Voltage use	30VDC
Rated capacity at 30VDC	5A in DC1
Maximum current on common terminal of relays	12ADC
Interface of communication with PC	
Type of interface	RS232
Baud-rate	Adjustable 1200...38400bps
Volt metric input for mains and generator	
Maximum Ue rated voltage	100...480VAC L-L (277VAC L-N)
Measurement range	50...620V L-L (358VAC L-N)
Frequency range	45 ÷65Hz
Measuring type	True and effective value (TRMS)
Measuring input impedance	>1,1MΩ between L-L e >570kΩ between L-N
Wiring connections	1 phase, 2 phases, 3 phase with or without neuter
Amperometric inputs	
Rated current Ie	5A – feeded by external current transformer (low voltage)
Measurement range	0,05÷6A
Type of measure	True and effective value (RMS)
Permanent thermic limit	+20% Ie
Short thermic limit	50A for 1 second
Self-consumption	<0,3VA

Tab. 13) Technické parametry automatického panelu ATS L5 [22]



Obr. 31) Automatický panel ATS L5 [22]



Obr. 32) Schéma zapojení panelu ATS L5 [23]

6. Závěr

Úkolem bakalářské práce bylo provést průzkum využívaných záložních zdrojů a UPS systémů v telekomunikacích Severočeských dolů a.s., a to v lokalitě Dolu Bílina, s návrhem možného rozšíření či zlepšení současného stavu.

Úvodní část byla zaměřena na dnes běžně dostupné systémy umožňující řešit záložní dodávku elektrické energie v případě poruchy hlavních napájecích systémů. Byl zmíněn i elektrochemický článek, který je nedílnou součástí každého uvedeného záložního zdroje a to jak k zálohování elektrické energie nebo uvádění záložních zdrojů do provozu.

Lze říci, že z uvedených záložních zdrojů, lze dnes využívat veškeré tyto systémy pro výrobu záložní elektrické energie, avšak s přihlédnutím k jejich technickým a ekonomickým parametrům, nebude některé tyto systémy vhodné využít.

Dále bylo provedeno porovnání jednoho druhu záložního zdroje z důvodu posouzení technických parametrů provázaných s ekonomickou stránkou provozu tohoto systému. Jednalo se o elektrocentrály benzínové, naftové a na LPG/NG. V tomto porovnání měla velice dobré výsledky elektrocentrála na LPG/NG a to jak po stránce výkonové, ekonomické ale i ekologické. Bohužel na českém trhu byla zastoupena prozatím pouze jednou dodavatelskou společností. Poté byla probírána vhodnost volby typu záložního systému pro různé potřeby zálohování elektrických a elektronických přístrojů, objektů a technologií. Jelikož většina těchto systémů obsahovala UPS systém, byl proveden výpočet potřebných parametrů záložní UPS pro smyšlený objekt s různými typy zátěží.

Závěr této práce byl věnován záložnímu systému napájení objektu telekomunikací v SD a.s. Bílina. Byla popsána historie a současnost zálohování tohoto střediska. Současný stav záložních systémů napájení byl podrobněji popsán, a to především centrální UPS, u které se provedlo i měření doby výdrže a kapacity akumulátorů dle použitého zatížení.

Nakonec byla provedena rekapitulace současného stavu záložního napájení, s návrhem možného řešení pro zvýšení spolehlivosti rezervního napájení. Toto řešení spočívalo v provedení instalace automatiky startování a přepínání sítě do instalované elektrocentrály, která je doposud ovládána obsluhou telefonní ústředny.

Použitá literatura

- [1] Doc. Ing. Vlastislav Novotný, CSc., Ing. Pavel Vorel, Ph.D., Doc. Dr. Ing. Miroslav Patočka, Napájení elektronických zařízení, Učební texty vysokých škol, Vysoké učení technické v Brně, druhé vydání, listopad 2000
- [2] Josef Kozumplík, Ing. Jaroslav Sládeček, CSc., Napájecí zdroje v telekomunikacích, nakladatelství Nadas, Praha 1989
- [3] AEG Power Solutions, (online 7.3.2012) dostupné z WWW: www.aeg-ups.cz
- [4] Nazeleno, (online 8.3.2012) dostupné z WWW: www.nazeleno.cz
- [5] Doc. Ing. Jaroslav Krbek, CSc., Doc. Ing. Ladislav Ochrana, CSc., Doc. Ing. Bohumil Polesný, CSc., Zásobování teplem a kogenerace, Učební texty vysokých škol, nakladatelství PC-DIR Real, s.r.o., Brno, 1999
- [6] Doc. RNDr. Miroslav Cenek, CSc a kolektiv, Akumulátory a baterie, STRO.M, Praha , 1996
- [7] Měniče napětí, (online 10.3.2012) dostupné z WWW: www.menice-napeti.cz
- [8] Elteco UPS, (online 14.3.2012) dostupné z WWW: www.elteco-ups.cz
- [9] IT.CZ, (online 15.3.2012) dostupné z WWW: www.it.cz
- [10] Single Phase UPS, (online 15.3.2012), cizojazyčný zdroj, dostupné z WWW: www.freescale.com
- [11] Elektrocentrály, (online 17.3.2012) dostupné z WWW: www.elektrocentraly24.cz
- [12] FOGO Industry, (online 17.3.2012) dostupné z WWW: www.fogo-industry.cz
- [13] AŠ Elektrocentrály, (online 19.3.2012) dostupné z WWW: www.hondaelektrocentraly.cz
- [14] Power Tech, (online 19.3.2012) dostupné z WWW: www.power-tech.cz
- [15] Heron, (online 20.3.2012) dostupné z WWW: www.heron-motor.cz
- [16] Katalog českých elektrocentrál, (online 21.3.2012) dostupné z WWW: www.alfain.eu
- [17] ITC Profesional, (online 21.3.2012) dostupné z WWW: www.profi-elektrocentraly.cz
- [18] Nářadí 007, (online 21.3.2012) dostupné z WWW: www.eshop007.cz
- [19] Atoll Europe, (online 21.3.2012) dostupné z WWW: www.atoll-europe.cz
- [20] GE Consumer&Industrial, (online 10.12.2011) dostupné z WWW: www.kolimpex.cz

- [21] Nářadí Peddy, (online 12.12.2011) dostupné z WWW: www.peddy.cz
- [22] Furi Tech, (online 7.4.2012) dostupné z WWW: www.furitech.ro
- [23] Stamp Uni s.r.o. (online 8.4.2012) dostupné z WWW: www.stampuni.cz